COMITETUL DE STAT PENTRU CONSTRUCȚII,
ARHITECTURĂ ȘI SISTEMATIZARE
C.S.C.A.S.

NORMATIV CONDIȚIONAT

PENTRU

CALCULUL CONSTRUCȚIILOR LA STĂRILE LIMITĂ

PARTEA I, II și III

Vol. I

EDITURA TEHNICĂ

Scanned with OKEN Scanner

COMITETUL DE STAT PENTRU CONSTRUCŢII
ARHITECTURĂ ŞI SISTEMATIZARE
C.S.C.A.S.

NORMATIV CONDIŢIONAT

PENTRU

CALCULUL CONSTRUCŢIILOR LA STĂRI LIMITĂ

PARTEA I, II şi III

Elaborat de :

„Comisia centrală pentru elaborarea prescripţiilor de calcul al construcţiilor şi elementelor de construcţii cu metoda stărilor limită"

instituită prin ordinul C.S.C.A.S. nr. 178/1960

Vol. I

EDITURA TEHNICĂ
Bucureşti — 1963

Scanned with OKEN Scanner

COMITETUL DE STAT PENTRU CONSTRUCȚII,
ARHITECTURĂ ȘI SISTEMATIZARE

ORDIN nr. 231 DIN 5 IUNIE 1962

privind aplicarea metodei de calcul a construcțiilor și elementelor de construcții, pe baza stărilor limită

VICEPREȘEDINTELE COMITETULUI DE STAT PENTRU CONSTRUCȚII, ARHITECTURĂ ȘI SISTEMATIZARE;

Avînd în vedere referatul Comisiei centrale pentru elaborarea prescripțiilor de calcul al construcțiilor și elementelor de construcții cu metoda stărilor limită, înregistrat la C.S.C.A.S. sub nr. 9599 din 19 mai 1962;

Avînd în vedere prevederile H.C.M. nr. 781/1959;

În temeiul ordinului C.S.C.A.S. nr. 222 din 2 iunie 1962.

ORDON:

1. Se aprobă:

„Normativul condiționat pentru calculul construcțiilor la stări limită"

Partea I — „Bazele metodei de calcul la stările limită" avînd indicativul P. 6—62;

Partea II — „Încărcări în construcțiile civile și industriale" avînd indicativul P.7—62;

Partea III — „Calculul și alcătuirea constructivă a elementelor de construcții civile și industriale din beton, beton armat și beton precomprimat", avînd indicativul P. 8—62, elaborat de „Comisia centrală pentru elaborarea prescripțiilor de calcul al construcțiilor și elementelor de construcții cu metoda stărilor limită", instituită prin ordinul C.S.C.A.S. nr. 178/1960, denumită pe scurt în prezentul ordin „Comisia".

2. Prevederile părților I, II și III din normativul condiționat pentru calculul construcțiilor la stări limită, vor intra în vigoare după trei luni de la data publicării lor și se vor aplica în condițiile prezentului ordin.

Scanned with OKEN Scanner

3. Se stabileşte ca perioadă de însuşire de către proiectanţi a prevederilor celor trei părţi ale normativului condiţionat pentru calculul construcţiilor la stări limită, perioada de trei luni începînd de la publicarea lui şi a prezentului ordin şi pînă la intrarea în vigoare a normativului, potrivit prevederilor de la pct. 2.

În această perioadă, toate organizaţiile de proiectare, indiferent de subordonarea lor, vor lua măsuri pentru analizarea, prelucrarea şi studierea prevederilor normativului condiţionat specificat la pct. 1, organizînd şcolarizarea internă a proiectanţilor, astfel ca pînă la intrarea în vigoare a normativului condiţionat, să se asigure asimilarea de către proiectanţi a noii metode de calcul.

În acest scop :

a) Comisia, în colaborare cu Institutul de Cercetări în Construcţii şi Economia Construcţiilor — INCERC —, va organiza un instructaj de 6 zile cu proiectanţi delegaţi de organizaţiile de proiectare, instructaj care va începe la 30 zile de la publicarea normativului condiţionat şi va avea ca scop pregătirea acestor delegaţi pentru a conduce şcolarizarea celorlalţi proiectanţi din cadrul organizaţiilor de proiectare respective. Data precisă a începerii instructajului şi programul după care se va desfăşura vor fi comunicate în timp util organizaţiilor de proiectare, prin grija Comisiei, de către INCERC.

b) În termen de 20 de zile de la publicarea normativului condiţionat, fiecare organizaţie de proiectare va comunica Comisiei — care are sediul la INCERC, Bucureşti, Şoseaua Pantelimon nr. 266 — numele a unuia sau doi proiectanţi delegaţi a participa la instructajul ce se va ţine de această Comisie (pct. 3 lit. a). Se vor desemna pentru acest instructaj proiectanţi cu cea mai bună pregătire şi care au studiat temeinic materialul normativ.

Transportul şi cazarea în Bucureşti a delegaţilor la instructaj se asigură şi se suportă de organizaţiile de proiectare respective.

c) Organizaţiile de proiectare vor lua măsuri astfel ca :

— în perioada pînă la terminarea instructajului delegaţilor lor, să se procedeze în mod organizat la analiza şi prelucrarea prevederilor normativului de către toţi proiectanţii ;

Scanned with OKEN Scanner

— în perioada următoare instructajului delegaţilor lor, să organizeze cu ajutorul acestora şcolarizarea tuturor proiectanţilor, desfăşurînd o intensă acţiune de instruire a acestora pe baza îndrumărilor primite în instructajul organizat de Comisie, astfel ca la sfîrşitul perioadei de trei luni de la publicarea normativului condiţionat, noua metodă să fie cunoscută şi însuşită de către toţi proiectanţii.

4. După intrarea în vigoare a celor trei părţi ale normativului condiţionat specificat la pct. 1, aplicarea prevederilor lor se face în mod diferenţiat pentru :

— structurile sau elementele de structuri din beton precomprimat şi din beton armat cu armături din bare de oţel cu profil periodic, ale construcţiilor civile şi industriale ;

— structurile din betoane simple şi betoane armate obişnuite ale construcţiilor civile şi industriale ;

— cu respectarea condiţiilor precizate în prezentul ordin pentru fiecare din cele două categorii de structuri arătate mai sus.

5. De la data intrării în vigoare a normativului condiţionat pentru calculul construcţiilor la stări limită, toate organizaţiile de proiectare indiferent de subordonarea lor, vor calcula structurile sau elementele de structuri din beton precomprimat şi din beton armat, cu armături din bare de oţel cu profil periodic, ale construcţiilor civile şi industriale, pe baza prevederilor din acest normativ condiţionat.

Încărcările transmise de părţile de construcţii care se calculează prin metoda stărilor limită, altor părţi de construcţii ce nu se calculează prin această metodă, se vor reevalua pe baza standardelor în vigoare.

În acelaşi mod, se va proceda la determinarea eforturilor unitare pe pămîntul de fundaţii.

Organizaţiile de proiectare au obligaţia de a urmări cu atenţie, la fiecare proiect, problemele care sînt cuprinse în chestionarul anexat prezentului ordin, precum şi orice alte probleme ce le-ar ridica aplicarea metodei de calcul la stări limită, sau compararea rezultatelor obţinute prin această metodă de calcul cu cele prin alte metode şi cu lucrări similare.

Constatările făcute în timpul întocmirii prin metoda de calcul la stări limită a proiectelor de structuri arătate mai

Scanned with OKEN Scanner

sus, ca urmare a comparaţiilor sau verificărilor efectuate în legătură cu aceste proiecte, vor fi cuprinse de către proiectanţi în memoriul ce se întocmeşte pentru fiecare proiect la prezentarea lui spre analizare în CTI al organizaţiilor de proiectare. Organizaţiile, pe baza acestor materiale şi a concluziilor din analizele făcute în CTI, vor întocmi o dare de seamă centralizată în care vor prezenta atît analiza problemelor din chestionar, cît şi concluziile lor cu privire la aspectele tehnico-economice ale aplicării metodei de calcul al stării limită. Această dare de seamă va fi înaintată Comisiei specificată la pct. 1, conform prevederilor pct. 9 al prezentului ordin.

Pentru eventuale nelămuriri apărute în timpul proiectării sau la avizarea în CTI, se vor cere consultaţii conform pct. 8.

După transmiterea dării de seamă, organizaţiile de proiectare au obligaţia de a urmări mai departe, pînă la definitivarea normativului, aplicarea acestei metode de calcul şi consecinţele ei, semnalînd de îndată Comisiei orice probleme care ar reclama preciziuni, îmbunătăţiri, completări etc.

6. În domeniul structurilor de rezistenţă alcătuite din betoane simple şi betoane armate obişnuite, într-o perioadă de şase luni de la data intrării în vigoare a normativului condiţionat pentru calculul construcţiilor la stări limită, institutele de proiectare :

I.S.C.A.S., I.P.B., IPROCHIM, I.S.P.E., I.P.I.A., IPROMET, I.P.C.M.C., I.P.S.F., I.P.T.Tc.

vor calcula structuri de rezistenţă de natura celor indicate mai sus, pentru cel puţin două lucrări, folosind atît metoda de calcul în vigoare, cît şi metoda de calcul pe baza stărilor limită şi făcînd o comparaţie între cele două metode. Planurile de execuţie ale acestor structuri se vor elabora pentru dimensionările făcute pe baza ambelor metode de calcul.

Executarea lucrărilor se va face cu una din cele două structuri calculate, după alegerea C.S.C.A.S., pe bază avizului ce se va da în conformitate cu prevederile prezentului ordin.

Scanned with OKEN Scanner

În acest scop :

a) Fiecare din institutele de proiectare indicate, va alege din programul său de proiectare, un număr de 5 lucrări de construcţii civile şi industriale cu structuri de rezistenţă cît mai diferite, de tipul arătat mai sus. Lista acestor lucrări, cuprinzînd pentru fiecare descrierea sumară a structurii de rezistenţă preconizată, va fi transmisă împreună cu termenele de elaborare a proiectelor de execuţie ale structurilor după ambele metode de calcul, în termen de 45 zile de la publicarea prezentului ordin şi a celor trei părţi ale normativului condiţionat, Comisiei menţionată la pct. 1. Această comisie va coordona propunerile, stabilind definitiv lista proiectelor prin desemnarea pentru fiecare institut a cel puţin două lucrări, la ale căror structuri se va aplica calculul la stările limită. Lucrările vor fi astfel alese încît să se acopere o gamă variată de structuri de rezistenţă pentru clădiri de locuit, social-culturale şi industriale.

b) Lista definitivă a lucrărilor cu termenele de elaborare a proiectelor va fi supusă de Comisie aprobării C.S.C.A.S., în termen de maximum 70 zile de la publicarea prezentului ordin, institutele de proiectare urmînd a primi de la Comitet, pînă la intrarea în vigoare a normativului, confirmarea lucrărilor la care ele urmează a întocmi proiecte de structuri, calculate după metoda la stări limită, precum şi a programului de termene pentru elaborarea acestor calcule.

c) Constatările făcute în timpul întocmirii prin metoda de calcul la stări limită a proiectelor de structuri, stabilite astfel cum se arată mai sus şi ca urmare a comparaţiilor făcute cu metoda de calcul în vigoare, vor fi cuprinse de proiectanţi, în memoriul ce se întocmeşte pentru fiecare proiect, la prezentarea lui pentru analiză în cadrul CTI al institutelor de proiectare. Pe baza acestui material şi a analizei făcute în CTI, institutele de proiectare specificate mai sus vor prezenta o dare de seamă cuprinzînd concluziile lor cu privire la aspectele tehnice şi economice rezultate din aplicarea comparativă a celor două metode de calcul. În această dare de seamă se vor analiza în mod obligatoriu problemele indicate de Comisie în chestionarul anexat prezentului ordin ; ea poate cuprinde şi orice alte observaţii sau propuneri rezultate din studierea de către proiectanţi a prevederilor din cele 3 părţi ale normativului specificat la pct. 1.

Scanned with OKEN Scanner

Darea de seamă va fi transmisă Comisiei în maximum 10 zile de la expirarea termenului de elaborare a fiecărui proiect de structură, prevăzut în programul aprobat. Odată cu darea de seamă, se va transmite Comisiei şi proiectul de execuţie al structurii dimensionate prin metoda stărilor limită, precum şi notele de calcul respective. Pe baza acestora, urmează a se emite avizul asupra structurii ce se va executa (lit. d).

d) Comisia centrală pentru elaborarea prescripţiilor de calcul al construcţiilor şi elementelor de construcţii cu metoda stărilor limită, pe baza analizei proiectelor primite potrivit prevederilor de la lit. c, va propune C.S.C.A.S. pentru aprobare, executarea integrală sau parţială a unor proiecte întocmite pe baza metodei de calcul la stări limită, indicînd eventualele încercări ce urmează a se efectua asupra acestor structuri şi datele ce se urmăresc a se obţine prin încercările propuse.

Aceste propuneri vor fi făcute de Comisie în termen de 15 zile de la primirea fiecărui proiect, astfel ca să se poată comunica proiectantului avizul C.S.C.A.S. în ceea ce priveşte soluţia care urmează a fi adoptată pentru execuţie.

7. În acelaşi interval de şase luni de la intrarea în vigoare a normativului condiţionat pentru calculul construcţiilor la stările limită, institutele de proiectare care nu au fost indicate la pct. 5, vor calcula pe baza acestui normativ condiţionat, în paralel cu calculul prin metodele în vigoare, cel puţin structura de rezistenţă a unei lucrări de construcţii civile sau industriale prevăzută în programul lor de proiectare, aleasă după aprecierea conducerilor respective. Structura de rezistenţă trebuie să fie alcătuită din betoane simple şi betoane armate obişnuite.

Executarea lucrărilor se va face după proiectul elaborat pe baza metodelor de calcul obişnuite.

Observaţiile şi propunerile ce vor rezulta din această aplicare vor fi transmise Comisiei, conform prevederilor de la pct. 9 al prezentului ordin.

8. Comisia centrală pentru elaborarea prescripţiilor de calcul al construcţiilor şi elementelor de construcţii cu metoda stărilor limită va acorda pe parcurs, la cerere, consul-

Scanned with OKEN Scanner

taţii proiectanţilor atît pentru lucrările specificate la pct. 5, cît şi pentru cele prevăzute la pct. 6 şi 7.

Solicitările în acest sens se vor adresa la sediul Comisiei indicat la pct. 3 b.

9. Observaţiile şi propunerile tuturor organizaţiilor de proiectare rezultate din studierea prevederilor celor trei părţi ale normativului condiţionat pentru calculul construcţiilor la stări limită (pct. 3), precum şi din aplicările făcute (pct. 5 şi 7) se vor comunica Comisiei centrale pentru elaborarea prescripţiilor de calcul al construcţiilor şi elementelor de construcţii cu metoda stărilor limită, în termen de 9 luni de la publicarea prezentului ordin.

10. Toate organizaţiile de proiectare, indiferent de subordonarea lor, sînt obligate ca şi după trecerea termenului prevăzut la pct. 9 să trimită Comisiei, pînă la definitivarea şi aprobarea normativului pentru calculul construcţiilor la stări limită, toate observaţiile şi propunerile ce au a face în legătură cu clarificarea, îmbunătăţirea şi completarea normativului condiţionat, aprobat prin prezentul ordin.

11. Comisia centrală pentru elaborarea prescripţiilor de calcul al construcţiilor şi elementelor de construcţii cu metoda stărilor limită va centraliza observaţiile, propunerile şi concluziile institutelor de proiectare (făcute în conformitate cu pct. 3, 5, 6 şi 7 şi transmise potrivit pct. 6, 9 şi 10) şi pe baza analizei lor va supune aprobării C.S.C.A.S. forma definitivă a celor trei părţi ale normativului, în termen de 12 luni de la publicarea prezentului ordin, respectiv 9 luni de la intrarea în vigoare a primelor trei părţi ale normativului condiţionat pentru calculul construcţiilor la stările limită.

12. Pentru calculul structurilor de rezistenţă alcătuite din betoane simple şi betoane armate obişnuite, în afară de obligaţiunile prevăzute la pct. 6, 7, 9 şi 10 de mai sus, organizaţiile de proiectare vor aplica mai departe prescripţiile de calcul în vigoare la data emiterii prezentului ordin, pînă la definitivarea şi aprobarea normativului pentru calculul construcţiilor la stări limită.

13. Pe data intrării în vigoare a primelor trei părţi ale „Normativului condiţionat pentru calculul construcţiilor la stările limită“ aprobat prin prezentul ordin, încetează valabilitatea următoarelor prescripţii :

Scanned with OKEN Scanner

— „Normativ pentru proiectarea elementelor din beton precomprimat la construcţiile civile şi industriale", aprobat cu ordinul C.S.A.C. nr. 313 din 20 dec. 1955 şi avînd indicativul 63.158—55 ;

— „Normativ pentru utilizarea oţelului cu profil periodic la elemente de beton armat", aprobat cu ordinul C.S.C.A.S. nr. 106 din 12 martie 1960 şi avînd indicativul 03.15—60.

14. Prezentul ordin se va publica în Buletinul C.S.C.A.S. prin grija Sectorului Sinteză.

De asemenea, prin grija Comisiei specificată la pct. 1 prezentul ordin se va publica şi în broşura ce va cuprinde cele trei părţi aprobate ale normativului condiţionat pentru calculul construcţiilor la stări limită.

VICEPREŞEDINTE,
Ing. **N. Drogeanu**

Scanned with OKEN Scanner

CHESTIONAR

privind problemele ce trebuie să fie cuprinse în mod obligator în darea de seamă a institutelor de proiectare, ca urmare a aplicării metodei de calcul al construcţiilor pe baza stărilor limită

I. Se vor face aprecieri asupra dificultăţilor şi simplificărilor apărute în proiectare prin introducerea metodei de calcul la stări limită.

II. Se vor sesiza problemele insuficient lămurite în normative, făcîndu-se eventual şi propuneri concrete de îmbunătăţire şi simplificare a calculului.

III. Se vor analiza în mod special şi se vor prezenta date cu privire la :

— rezultatele obţinute în calculul la forţe tăietoare ;

— rezultatele obţinute în calculul elementelor solicitate la încovoiere oblică şi la străpungere ;

— cazurile în care verificarea la apariţia, respectiv deschiderea fisurilor, la deformaţii sau la oboseală, a condus la necesitatea modificării dimensiunilor sau armării adoptate pe baza calculului la starea limită de rezistenţă ;

— rezultatele obţinute în calculul pierderilor de tensiune şi calculul zonelor de ancorare la elementele de beton precomprimat.

IV. Se vor face propuneri de completări a încărcărilor şi coeficienţilor de supraîncărcare (cu indicaţii asupra valorilor noi ce se propun), pe bază de analiză şi motivare temeinică.

V. Se vor face propuneri în legătură cu alcătuirea de tabele, grafice şi alte mijloace de uşurare a muncii de proiectare, care ar urma să fie cuprinse într-un eventual îndrumar de aplicare a metodei stărilor limită.

Scanned with OKEN Scanner

VI. Din comparaţia întocmirii în paralel prin metoda stărilor limită şi prin metoda la rupere (STAS 1546-50, cu considerarea încărcărilor din standardele de sarcini în vigoare), a proiectelor de execuţie pentru structuri sau elemente de rezistenţă din beton armat, se vor comunica principalii indici tehnico-economici obţinuţi prin aplicarea celor două metode :

— consum de oţel ;
— consum de beton ;
— preţul de cost (pentru structura sau elementul de beton armat).

Indicii se vor determina atît pentru întreaga structură de rezistenţă, cît şi pe categorii de elemente : planşee, stîlpi, fundaţii, grinzi independente etc.

Se vor da indici separaţi pentru diferite mărci de oţeluri.

Scanned with OKEN Scanner

INTRODUCERE

De la introducerea în practică a metodei rezistenţelor admisibile s-au scurs mai bine de 100 de ani. Ea s-a aplicat mai întîi elementelor de construcţie de metal şi de lemn, apoi şi celor de zidărie, de beton şi de beton armat. Pe baza ipotezei că materialele de construcţie — în stadiul de exploatare — au o comportare elastică folosind şi ipoteza secţiunilor plane, se determină eforturile unitare efective, care sînt comparate cu rezistenţele admisibile, stabilite prin împărţirea rezistenţei de rupere cu un coeficient de siguranţă unic.

Metoda de calcul a rezistenţelor admisibile a permis dimensionarea unor construcţii de o importanţă excepţională şi cu toate acestea ea a fost încă de mult supusă criticii.

În linii mari, obiecţiile aduse împotriva metodei rezistenţelor admisibile se pot grupa în două categorii :

— lipsa de justificare ştiinţifică a coeficientului de siguranţă unic ;

— neglijarea proprietăţilor plastice ale materialelor prin folosirea ipotezei lui Bernoulli şi a legii lui Hooke.

Cu ajutorul coeficientului de siguranţă unic, se urmăreşte să se acopere toate abaterile de la ipotezele medii sau ideale, luate în consideraţie la dimensionarea elementelor de construcţie. Variaţia calităţii materialelor, erorile de execuţie, depăşirea încărcărilor prevăzute de norme, schimbarea condiţiilor de exploatare, cum şi lipsa de concordanţă a ipotezelor de calcul cu comportarea reală a elementelor de construcţie sînt imputate în mod simplist rezistenţei materialului, prin împărţirea cu un coeficient de siguranţă unic :

$$\sigma_a = \frac{R}{c}.$$

Aşadar, se încearcă rezolvarea unei probleme cu mai multe variabile, prin folosirea unui coeficient de siguranţă

Scanned with OKEN Scanner

unic şi constant. Pentru a ţine seamă de particularităţile ce intervin în combinarea acestor variabile, în metoda rezistenţelor admisibile au fost fixaţi coeficienţi de siguranţă diferiţi, pentru încărcări fundamentale, accidentale sau extraordinare, sau pentru diferite condiţii de lucru : elemente de dimensiuni mici sau mari etc.

Modul empiric de stabilire a acestui coeficient de siguranţă şi în plus faptul că se foloseşte un coeficient *implicit*, inclus în rezistenţa admisibilă, justifică calificarea de coeficient de ignoranţă dată coeficientului unic.

Apariţia betonului armat a pus şi mai mult în evidenţă inadmisibilitatea folosirii unui coeficient de siguranţă unic, la dimensionarea elementelor alcătuite din materiale complexe.

Coeficientul de siguranţă unic, înglobînd factori diferiţi de variabilitate, nu poate face obiectul unei serioase analize ştiinţifice. Printre cei care au arătat că o astfel de analiză ar trebui făcută cu ajutorul metodelor statisticii matematice, trebuie amintit în primul rînd profesorul Kazinczi din Ungaria (1911). Mai tîrziu în U.R.S.S. inginerul Hozialov (1928) şi în special prof. N. S. Streleţki (1935) dovedesc că o metodă de calcul justă trebuie să ţină seama de variabilitatea factorilor care compun coeficientul de siguranţă unic.

A doua grupă de critici se adresează ipotezelor de bază ale metodei rezistenţelor admisibile : ignorarea proprietăţilor reale ale materialelor şi în primul rînd a celor plastice. Această critică este evident justă pentru betoane şi zidării care nu se supun legii lui Hooke, nici măcar la solicitările de exploatare. Pentru materialele complexe, de felul betonului armat, lipsa fundamentării teoretice a calculului elastic este şi mai evidentă, deoarece — în stadiul de rupere — raportul între eforturile unitare din beton şi armătură se schimbă faţă de acel calculat pe baza comportării elastice a materialelor. Pe de altă parte, faptul că în materialele complexe, raportul eforturilor unitare este variabil, pune şi mai mult în evidenţă inadmisibilitatea coeficientului de siguranţă unic.

Introducerea metodei de calcul la rupere, pentru beton armat, — care s-a făcut în anul 1938 în U.R.S.S., pe baza propunerilor prof. A. F. Loleit şi a studiilor conduse de prof. A. A. Gvozdev — a rezolvat obiecţiile aduse metodei rezistenţelor admisibile, în ce priveşte folosirea ipotezei de comportare elastică a materialelor. Totuşi, metoda de calcul la rupere este şi ea susceptibilă de critici : foloseste coeficientul de siguranţă unic. Este adevărat că modul de alegere a coefi-

Scanned with OKEN Scanner

cientului de siguranţă, condiţionat de natura solicitărilor şi încărcărilor, corectează în mare măsură slăbiciunea principiului unicităţii sale.

În aceeaşi perioadă, s-au făcut în U.R.S.S. studii pentru cunoaşterea mai bună a proprietăţilor construcţiilor de lemn, în special sub conducerea prof. F. P. Beliankin, prof. I. M. Ivanov şi prof. G. G. Karlsen, precum şi a construcţiilor metalice sub conducerea prof. N. S. Streleţki şi prof. B. N. Gorbunov. Aceste studii au acumulat un material bogat, permiţînd cunoaşterea mai aprofundată a comportării elementelor de construcţie, dar nu au permis totuşi revizuirea metodelor de calcul cu rezistenţe admisibile, pentru lemn şi metal.

În lucrarea sa „Introducere în teoria betonului" (1941), prof. V. V. Stolearov formulează căile de dezvoltare ale teoriei de calcul a betonului armat :

„Trebuie să nu uităm că calculul în stadiul de rupere nu dă o imagine adevărată despre comportarea construcţiilor în condiţiile de exploatare, adică în cazul încărcărilor admisibile, iar această problemă nu poate să nu intereseze pe constructori şi pe beneficiarul construcţiei. Dialectica dezvoltării teoriei betonului armat constă tocmai în acel fapt că dezicîndu-se de premiza betonului elastic şi trecînd la studiul construcţiei în starea plastică a materialului, noi nu ne vom opri la acea soluţie şi va trebui să ne întoarcem din nou la stadiul încărcărilor admisibile în exploatare, însă pe o bază nouă, mai perfectă, îmbogăţită prin cunoaşterea comportării construcţiei în condiţiile stării elastice. Atunci va fi elaborată teoria betonului elastic şi plastic, aşa cum este în realitate acest material".

Această cale a fost urmată mai tîrziu în U.R.S.S. nu numai pentru betonul armat, dar şi pentru zidării, lemn şi metal prin adoptarea metodei de calcul la stări limită.

Principiile metodei de calcul la stări limită au fost elaborate între anii 1943 şi 1950 de comisia alcătuită din prof. A. A. Gvozdev, prof. N. S. Streleţki, prof. I. M. Ivanov, I. I. Onişcik, dr. în şt. tehn. I. I. Goldenblat şi candidaţii în ştiinţe tehnice K. R. Tal, V. A. Baldin şi V. M. Kocenov, sub preşedinţia prof. V. M. Keldîş.

Metoda de calcul a început să fie pusă în aplicare — pentru construcţii de beton simplu şi armat — din anul 1955, prin norme şi condiţii tehnice (NiTU 123-55). În prezent în U.R.S.S. în toate domeniile construcţiilor s-a renunţat la

Scanned with OKEN Scanner

metoda rezistenţelor admisibile, metoda stărilor limită fiind folosită în calculul construcţiilor civile, industriale şi al podurilor din lemn, metal, zidării, beton, beton armat şi precomprimat.

* * *

Metoda de calcul la stări limită se bazează pe două principii de bază : luarea în consideraţie a stărilor limită şi împărţirea coeficientului de siguranţă unic în coeficienţi diferenţiaţi.

În metodele de calcul ce foloseau coeficientul de siguranţă unic (metoda rezistenţelor admisibile, metoda de calcul la rupere) se lua în consideraţie stabilirea unei singure stări limită : aceea a epuizării capacităţii de rezistenţă a construcţiei. Este însă evident că pe lîngă distrugerea construcţiei mai există şi alte stări limită care împiedică exploatarea mai departe a construcţiei, conform destinaţiei sale. Astfel de situaţii care necesită o întrerupere a exploatării, pentru repararea sau înlăturarea defectelor inadmisibile sînt denumite stări limită.

Cum simpla întrerupere a exploatării nu constituie o catastrofă, este clar că rezervele ce trebuie păstrate pentru preîntîmpinarea acestor stări pot să fie mai mici decît faţă de starea limită de rezistenţă. Problema siguranţei în exploatare se pune deci altfel în metoda stărilor limită şi ea urmăreşte o dimensionare economică, ştiinţifică, în concordanţă cu gradul de siguranţă urmărit.

În partea I, „Bazele metodei de calcul la stări limită“ au fost definite două grupe de stări limită :

— capacitatea portantă minimă a construcţiei, care poate fi întrecută prin rupere sau pierderea stabilităţii, în urma solicitărilor statice sau repetate de mai multe ori (oboseală) ;

— deformaţia maximă, care împiedică exploatarea normală ; pentru construcţiile de beton armat şi precomprimat, în această categorie intră şi deschiderea excesivă a fisurilor, care provoacă pierderea impermeabilităţii construcţiilor sau corodarea armăturilor ; pentru unele construcţii de beton precomprimat, apariţia fisurilor este de asemenea considerată ca o stare limită de deformaţie.

Calculul stărilor limită se face atît în domeniul comportării elastice a materialelor (deformaţii, deschiderea fisurilor, oboseala, stabilitatea), cît şi în acel al comportării plastice (ruperea).

Scanned with OKEN Scanner

În metoda de calcul la stări limită, se ține seamă de variabilitatea calității materialelor, a încărcărilor și a condițiilor lor de lucru, prin despărțirea coeficientului de siguranță unic în trei coeficienți diferențiați : coeficientul de supraîncărcare n, de omogenitate k și cel al condițiilor de lucru m. Cu ajutorul metodelor statistice se urmărește să se stabilească cele mai mari solicitări ce intervin în starea limită respectivă și să se compare aceste solicitări cu acelea admisibile, evaluate pe baza celor mai mici rezistențe ale materialului, precum și a celor mai defavorabile condiții de lucru.

De posibilitatea de depășire a încărcărilor normate Q^n, se ține seama prin majorarea acestor încărcări sau a solicitărilor corespunzătoare S^n, prin multiplicarea cu un coeficient de supraîncărcare n.

Încărcarea maximă posibilă ($n \cdot Q^n = Q$) este denumită *încărcare de calcul*.

Coeficientul de supraîncărcare este de obicei supraunitar ; el este diferențiat în funcție de natura încărcărilor, fiind mai mic pentru cele permanente și mai mare pentru cele temporare. Dacă scăderea încărcării este defavorabilă construcției, el poate fi și subunitar.

Solicitarea maximă posibilă este formată din suma solicitărilor normate, multiplicate cu coeficientul de supraîncărcare ($\Sigma n S^n = S$) și este denumită *solicitare de calcul*.

Solicitarea maximă nu însumează însă pur și simplu efectul cel mai defavorabil al tuturor încărcărilor, ci se determină în funcție de probabilitatea grupării lor simultane. Pentru aceasta, se iau în considerație — atît în funcție de frecvența încărcărilor, cît și după destinația construcției — trei grupări de încărcări : *fundamentale*, *suplimentare* și *extraordinare*. Modul de grupare al încărcărilor trebuie atent analizat și judicios ales de către proiectant, astfel încît să corespundă unor situații practic posibile.

Definirea încărcărilor, pentru calculul construcțiilor civile și industriale, clasificarea lor, modul lor de grupare și mărimea coeficienților de supraîncărcare se găsesc în „Normativul condiționat pentru calculul construcțiilor la stări limită", vol. I, partea a II-a.

Variabilitatea calității materialelor se ia în considerație prin înmulțirea rezistenței normate a materialului R cu un coeficient de omogenitate k, obținîndu-se în felul acesta rezistența minimă, denumită și *rezistență de calcul* ($R = kR^n$).

Pentru beton și zidărie, rezistența normată este rezistența medie de rupere stabilită prin metodele standardizate ;

pentru lemn se ia în considerație rezistența de rupere de durată, care este mai mică decît cea de scurtă durată; pentru metal, rezistența de calcul este limita de curgere standardizată.

Coeficientul de omogenitate al materialelor folosite în construcții k este determinat cu ajutorul unor serii mari de încercări, folosind metode statistice. Pentru elementele de oțel sau de beton armat el este astfel ales încît să corespundă unei probabilități de 1,5‰ de atingere a acestei rezistențe minime și este egal cu $1—3\ \frac{\bar{\sigma}}{R^n}$ (în care $\bar{\sigma}$ este abaterea medie pătratică denumită și standard).

Variabilitatea condițiilor de lucru se ia în considerare prin folosirea unui al treilea coeficient, cel al condițiilor de lucru m.

După material și categoria de lucrări, coeficientul condițiilor de lucru reprezintă situații foarte diverse care pot interveni în comportarea elementelor de construcție, în funcție de condițiile de exploatare, de metodele de execuție și de alcătuirea lor.

Cu ajutorul coeficientului condițiilor de lucru se reduce fie rezistența de calcul a materialului (coeficientul m_m), fie capacitatea portantă a elementului (coeficientul m_e).

Verificarea capacității portante în stadiul de rupere se face prin compararea solicitării maxime posibile, cu a capacității minime probabile. Cu ajutorul coeficienților de supraîncărcare se stabilește solicitarea maximă posibilă, care a fost denumită mai înainte solicitare de calcul ($n S^n$). Această solicitare este comparată cu capacitatea de lucru a elementului, care este cea minimă, calculată în stadiul limită, cu ajutorul rezistenței de calcul ($R = kR^n$) și al coeficienților condițiilor de lucru. Capacitatea minimă de lucru este deci o funcție de elementele geometrice ale secțiunii, de rezistențele normate ale materialului și de coeficienții k și m.

Pentru un element alcătuit dintr-un material omogen, capacitatea minimă poate fi scrisă sub forma unei expresii: $m_m\ k\ RF$. Verificarea elementului se face cu ajutorul condiției:

$$\Sigma\, n S^n \leqslant m_e\, m_m\, k\, R^n F \qquad (1)$$

în care F este caracteristica geometrică a secțiunii elementului corespunzător naturii solicitării și stadiului elastic sau plastic de comportare a materialului.

Scanned with OKEN Scanner

Pentru elemente alcătuite din materiale complexe, de pildă în cazul celor de beton armat, condiția (1) ia forma :

$$\Sigma\, nS^n \leqslant m_e \Sigma\, m_m k_t R_t^n F_t. \qquad (2)$$

Pentru ușurarea aplicării relațiilor (1) și (2), rezistențele de calcul ($R = k R^n$) sînt date direct în normative ; la alegerea rezistenței se aplică și eventuala reducere, corespunzătoare condițiilor reale de lucru. În felul acesta relațiile de calcul se simplifică :

$$\Sigma\, n\, S^n \leqslant m_e \Sigma\, R_t F_t. \qquad (3)$$

În această relație de obicei $m_e = 1$.

Verificarea capacității portante, pentru încărcări repetate (calcul la oboseală), se face de regulă corespunzător încărcărilor normate, fără supraîncărcare ($n = 1$), deoarece depășirea încărcărilor normate nu poate avea loc decît într-un număr restrîns de cazuri, insuficient pentru a provoca oboseala materialului. Dacă însă depășirea încărcărilor normate poate interveni sistematic — datorită acțiunii dinamice a mașinilor sau în cazul utilajelor cu amplasament fix — calculul se face corespunzător încărcărilor de calcul.

Verificarea stărilor limită de deformație se face cu relații de felul :

$$\Delta \leqslant \bar{\Delta}. \qquad (4)$$

În această relație, Δ reprezintă săgeata sau deschiderea fisurilor, determinată corespunzător încărcărilor normate, iar $\bar{\Delta}$ mărimea limită admisibilă a deformațiilor sau deschiderii fisurilor. Luarea în considerație a încărcărilor normate, pentru verificarea stărilor limită de deformație este justificată, deoarece depășirea acestor încărcări nu poate interveni decît întîmplător și nu periclitează siguranța construcției.

Cel de al doilea termen al relațiilor de calcul (3) sau (4), reprezintă un fenomen fizic de rupere sau de deformare. Relațiile de calcul privitoare la verificarea capacității portante — pentru elemente de beton armat — sînt asemănătoare celor folosite în metoda de calcul la rupere (STAS 1546-50). Cele de verificare în stadiul de exploatare (deformații, deschiderea fisurilor, oboseală), sînt determinări în stadiul de comportare elastică a betonului, așa că folosesc metodele rezistenței materialelor, corectate prin introducerea unor coeficienți ai condițiilor de lucru. Acești coeficienți sînt stabiliți experi-

Scanned with OKEN Scanner

mental, pentru a se ţine seama de comportarea reală a elementelor. Determinarea deformaţiilor sau a deschiderii fisurilor poate fi mult uşurată cu ajutorul unor nomograme.

Relaţiile de calcul sînt verificate experimental, pe elemente de construcţie a căror alcătuire corespunde prescripţiilor constructive ale normativelor. Nerespectarea acestor prescripţii constructive poate conduce la scăderea siguranţei construcţiilor.

* * *

Elaborarea normativelor pentru calculul construcţiilor prin metoda stărilor limită a fost făcută sub îndrumarea unei comisii centrale, înfiinţată prin ordinul C.S.C.A.S. Nr. 178 din 7 mai 1960. Alcătuirea acestei comisii este :

Preşedinte : prof. ing. V. Nicolau.

Vicepreşedinte : prof. ing. G. Călin.

Membri : prof. ing. M. Hangan, dr. şt. tehnice ; prof. ing. V. Popescu ; prof. ing. H. Lehr ; prof. ing. N. Korcinschi ; prof. ing. P. Mazilu ; conf. ing. N. Ghenea, cand. şt. tehnice ; conf. ing. Al. Cişmigiu.

Secretar : conf. ing. D. Dumitrescu, cand. şt. tehnice.

Secretar tehnic : conf. ing. C. Damian, cand. şt. tehnice.

* * *

Partea I a normativului condiţionat vol. I „Bazele metodei de calcul la stări limită“ şi partea a II-a „Încărcări pentru construcţii civile şi industriale“ au fost redactate de o subcomisie, avînd ca preşedinte pe prof. ing. M. Hangan, secretar ing. M. Arcan şi membri ing. H. Sandi şi ing. M. Soare. La elaborarea capitolului privind încărcările date de podurile rulante au colaborat prof. ing. V. Popescu şi conf. ing. V. Dalban, iar la elaborarea tabelelor de încărcări, ing. R. Agent şi ing. M. Drimer.

La baza acestor normative stau prescripţiile elaborate de Comisia permanentă pentru construcţii C.A.E.R. :

— „Reguli de bază pentru calculul construcţiilor“ (aprobate).

— „Încărcări normate şi de calcul, pentru construcţii industriale şi civile“ (prescripţii în redactarea a II-a).

De asemenea, la redactarea celor două normative au fost folosite şi standardele în vigoare :

— STAS 502-55. Sarcini în construcţii. Greutăţi tehnice.

Scanned with OKEN Scanner

— STAS 504-49. Construcţii civile şi industriale. Sarcini în construcţii. Sarcini permanente.

— STAS 506-49. Construcţii civile şi industriale. Sarcini în construcţii. Sarcini utile.

— STAS 946-56. Sarcini în construcţii. Sarcini climatice.

— STAS 4662-54. Poduri rulante de uz general. Regimuri minimale de exploatare.

— STAS 4907-59. Construcţii industriale Prescripţii de calcul static al elementelor de construcţii, la acţiunea sarcinilor date de podurile rulante electrice.

Partea a II-a „Încărcări pentru construcţii civile şi industriale", bazat pe prescripţiile în redactarea a II-a C.A.E.R., ţine seama de condiţiile specifice ţării noastre ; astfel, raionarea climatică a fost făcută pe baza datelor statistice ale Institutului Meteorologic Central.

Pentru aprofundarea problemelor ridicate de partea I a normativului „Bazele metodei de calcul la stări limită", se recomandă consultarea lucrărilor [1 ; 2a, 2b, 2c ; 3a, 3b ; 4 b; 6] din bibliografie.

Redactarea I a celor două normative a fost trimisă în anchetă, în ianuarie 1961. Sinteza observaţiilor a fost discutată cu factorii interesaţi în luna martie 1961. Pe baza concluziilor a fost întocmită redactarea a II-a, care a fost definitivată sub îndrumarea Comisiei Centrale şi apoi supusă unei discuţii publice, în cadrul simpozionului „Introducerea metodelor de calcul la stări limită în construcţii civile şi industriale", organizat de Institutul de Construcţii, în noiembrie 1961.

Normativele sînt aprobate condiţionat, prin ordinul C.S.C.A.S. Nr. 231/1962.

* * *

Partea a III-a a normativului condiţionat vol. I „Calculul şi alcătuirea constructivă a elementelor de construcţii din beton, beton armat şi beton precomprimat" a fost redactată de o subcomisie avînd ca preşedinte pe prof. ing. V. Nicolau, secretar ing. M. Weissenberg şi membri conf. cand. şt. tehnice ing. D. Dumitrescu, ing. St. Enescu, ing. L. Löbel, ing. G. Stănculescu şi ing. M. Tannenbaum.

Această parte respectă principiile părţii I „Bazele metodei de calcul la stări limită".

Scanned with OKEN Scanner

La redactarea părţii a III-a au fost folosite :

— Normele şi condiţiile tehnice sovietice pentru proiectarea elementelor de construcţii din beton şi beton armat — NiTU 123-55.

— Instrucţiunile sovietice pentru proiectarea construcţiilor din beton precomprimat — SN 10/57.

— Normele pentru proiectarea elementelor de construcţii din beton şi beton armat — întocmite de NIIJB (redactarea a II-a), 1960.

— Condiţiile tehnice pentru proiectarea elementelor de construcţii din beton şi beton armat — întocmite de NIIJB şi GHIPROTIS (redactarea a II-a), 1960.

De asemenea, la redactarea părţii a III-a au fost folosite numeroase date experimentale, din studiile efectuate de INCERC, precum şi unele interpretări teoretice noi, bazate pe aceste date experimentale [3c, 4a, 4c].

Pentru aprofundarea prevederilor acestui normativ se recomandă consultarea lucrărilor [4d, 4e, 5 şi 6] din bibliografie.

Redactarea I a părţii a III-a a fost trimisă în anchetă în iunie 1961. Sinteza observaţiilor a fost discutată cu factorii interesaţi, în septembrie 1961. Pe baza concluziilor a fost întocmită redactarea a II-a şi a fost supusă discuţiei publice, în cadrul sesiunii ştiinţifice a cadrelor didactice din Institutul de Construcţii, în noiembrie 1961. Normativul a fost aprobat condiţionat, prin ordinul C.S.C.A.S. nr. 231/1962.

* * *

Superioritatea metodei de calcul la stări limită se realizează prin economiile obţinute în dimensionarea construcţiilor. Este de aşteptat ca economia de oţel şi beton, în elementele încovoiate de beton armat, să atingă 5—7%, iar în cele de beton precomprimat, peste 10%.

În acelaşi timp, noua metodă de calcul — prin înlăturarea unor neajunsuri, constatate în exploatarea unor construcţii cu stîlpi de beton armat turnaţi monolit — va conduce la sporirea dimensiunilor acestor elemente.

De asemenea, prin aplicarea calculului de fisurare, rigiditate şi oboseală, vor fi dimensionate mai corect elementele de beton armate cu oţeluri cu profil periodic, precum şi elementele de beton simplu şi cele prefabricate.

Ordinul C.S.C.A.S. Nr. 231/1962 — care aprobă normativul de calcul şi precizează condiţiile de aplicare — obligă Comisia centrală de redactare să asigure instruirea şi asis-

Scanned with OKEN Scanner

tența necesară, pe durata introducerii noii metode de calcul. Totodată, principalele institute de proiectare sînt obligate să colaboreze la îmbunătățirea redactării definitive a normativului, în perioada aplicării lor condiționate, precum și la evaluarea economiilor realizate.

Comisia centrală speră că conlucrarea dintre toți factorii interesați va conduce la perfecționarea metodelor de calcul a construcțiilor și prin aceasta la reducerea duratei de proiectare și scăderea costului lucrărilor.

Comisia centrală

Scanned with OKEN Scanner

COMITETUL DE STAT PENTRU CONSTRUCȚII
ARHITECTURĂ ȘI SISTEMATIZARE
C.S.C.A.S.

NORMATIV CONDIȚIONAT PENTRU CALCULUL CONSTRUCȚIILOR LA STĂRI LIMITĂ

Partea I

BAZELE METODEI DE CALCUL LA STĂRI LIMITĂ

(P. 6 - 62)

Se aplică numai în condițiile prevăzute în Ordinul C.S.C.A.S. Nr. 231 din 5 VI/1962

Elaborat de:

SUBCOMISIA PENTRU ÎNCĂRCĂRI ÎN CONSTRUCȚII

Scanned with OKEN Scanner

1. INDICAȚII GENERALE

1.1. Prevederile prezentelor prescripții se aplică în calculul elementelor de rezistență ale construcțiilor.

Pe baza acestor prevederi sînt elaborate normativele și instrucțiunile de proiectare a construcțiilor alcătuite din diferite materiale.

1.2. Proiectarea elementelor de rezistență ale construcțiilor se face pe baza metodei de calcul la stările limită.

Se numesc stări limită ale unei construcții stările caracterizate prin epuizarea capacității portante sau prin nesatisfacerea unora din condițiile de exploatare normală.

Apariția stărilor limită este determinată de :

— caracteristicile materialelor și elementelor de construcție și alcătuirea structurii de rezistență ;

— tipul, intensitatea și modul de suprapunere a încărcărilor ;

— natura cerințelor de exploatare.

1.3. În calculul elementelor de rezistență ale construcțiilor se deosebesc următoarele stări limită, grupate după cum urmează :

— Cu privire la epuizarea capacității portante :

a) rupere, pierderea stabilității formei sau poziției, oboseală.

— Cu privire la nesatisfacerea condițiilor de exploatare normală :

b) deformarea statică sau dinamică ;

c) apariția fisurilor sau deschiderea excesivă a acestora.

1.4. Calculul la stările limită trebuie să conducă la o alcătuire a elementelor de construcție și construcțiilor pentru care să se obțină o siguranță suficientă.

Scanned with OKEN Scanner

Siguranța se exprimă prin probabilitatea de depășire a stărilor limită, care trebuie să fie suficient de redusă pe toată durata de exploatare prevăzută pentru construcție.

În proiectare, siguranța necesară se obține prin respectarea prevederilor de la pct. 4.1.

2. CARACTERISTICILE DE REZISTENȚĂ ȘI DE DEFORMARE ALE MATERIALELOR DE CONSTRUCȚIE, ELEMENTELOR DE CONSTRUCȚIE ȘI CONSTRUCȚIILOR

2.1. Caracteristicile de rezistență și de deformare ale elementelor de construcție, depind de caracteristicile fizico-mecanice ale materialelor de construcție, de caracteristicile geometrice ale elementelor de construcție și de alți factori ca: tipul solicitării, influența mediului agresiv etc.

2.2. Rezistențele și deformațiile limită ale materialelor de construcție caracterizează proprietățile materialelor de a rezista eforturilor unitare.

Valorile rezistențelor utilizate în calculul elementelor de construcție sînt stabilite în urma studiului statistic (în conformitate cu standardele de specialitate) al proprietăților materialelor de construcție. Aceste valori au denumirile de rezistențe normate și rezistențe de calcul.

Rezistențele normate R^n sînt valori de referință precizate prin normative și coincid cu caracteristicile de recepție ale materialelor.

Rezistențele de calcul R sînt valori obținute din rezistențele normate prin multiplicarea cu un coeficient de omogenitate k și cu un coeficient al condițiilor de lucru al materialelor m_m:

$$R = km_m R^n.$$

Coeficientul de omogenitate caracterizează scăderile practic posibile ale rezistențelor reale față de rezistențele normate, ca urmare a variațiilor întîmplătoare ale calității materialului.

Coeficientul condițiilor de lucru al materialului caracterizează modificările rezistențelor reale față de rezistențele normate datorită altor factori decît cei considerați prin intermediul coeficientului de omogenitate. Astfel de factori sînt: condițiile specifice de solicitare, introduse simplificat sau neglijate în calcul, comportarea materialului în ansamblul de solicitări al unei construcții, etc.

Scanned with OKEN Scanner

2.3. Caracteristicile de deformare ale materialelor de construcţie (modulul de elasticitate static, modulul de elasticitate dinamic, modulul de vîscozitate, caracteristicile deformării în timp, coeficientul de dilataţie termică, etc.) caracterizează relaţiile dintre eforturile unitare şi deformaţii pe durata şi în condiţiile specifice ale solicitării materialelor care lucrează în construcţii.

Valorile caracteristicilor de deformare ale materialelor utilizate în calculul elementelor de rezistenţă sînt stabilite în urma studiului statistic al proprietăţilor materialelor de construcţie, în conformitate cu standardele de specialitate.

2.4. Capacitatea portantă caracterizează proprietatea unui element de construcţie sau a unei construcţii de a rezista încărcărilor şi este determinată cantitativ prin limita încărcărilor cărora elementul de construcţie sau construcţia le rezistă (fără a ieşi din lucru prin rupere, prin pierderea stabilităţii formei sau poziţiei ori prin oboseală).

Pentru aprecierea capacităţi portante a unui element de construcţie sau a unei construcţii sînt necesare :

— considerarea rezistenţelor de calcul şi a valorilor de calcul ale caracteristicilor de deformare ale materialelor, pe baza distribuţiei de eforturi admisă în calcul ;

— introducerea unui multiplicator denumit coeficient al condiţiilor de lucru pentru elementul de construcţie considerat m .

Coeficientul condiţiilor de lucru al unui element de construcţie caracterizează modificările capacităţi portante a acestuia faţă de valorile calculate pe baza schemelor admise în calcul, datorită condiţiilor specifice de solicitare a elementului de construcţie (exemple : efectul secţiunilor mici de beton armat, efectul concentrărilor de eforturi în regim dinamic, etc.).

2.5. Caracteristicile de deformare ale elementelor de construcţie (rigiditatea statică, rigiditatea dinamică, decrementul logaritmic al oscilaţiilor libere, caracteristicile deformării în timp, etc.), caracterizează relaţiile dintre încărcări şi deformări pe durata şi în condiţiile specifice ale lucrului construcţiei.

Pentru aprecierea caracteristicilor de deformare ale elementelor de construcţie sînt necesare :

— considerarea valorilor de calcul ale caracteristicilor de deformare a materialelor de construcţie, pe baza distribuţiei de eforturi admisă în calcul ;

— introducerea unui multiplicator de corecţie.

Scanned with OKEN Scanner

Prin acest multiplicator se iau în considerare modificările posibile ale acestor caracteristici față de valorile lor calculate pe baza schemelor simplificate admise în prescripții.

2.6. Determinarea rezistenței la fisurare a elementelor de construcție din beton, beton armat și beton precomprimat se face în conformitate cu prevederile normativelor și instrucțiunilor de calcul pentru elemente de construcție din beton, beton armat și beton precomprimat.

2.7. În general, capacitatea portantă a elementelor de construcție și a construcțiilor se determină pe baza solicitărilor calculate în ipoteza comportării elastice a construcției.

În cazurile cînd în normative se dau indicații speciale, capacitatea portantă se va determina cu considerarea proprietăților de plasticitate și curgere lentă a materialelor de construcție.

2.8. În calculul elementelor de rezistență care lucrează în condiții de temperaturi înalte sau joase cu acțiune îndelungată, sau într-un mediu special, este necesară considerarea modificărilor corespunzătoare ale caracteristicilor fizico-mecanice ale materialelor de construcție.

3. ÎNCĂRCĂRI

3.1. Încărcările sînt caracteristici ale condițiilor exterioare de lucru ale elementelor de rezistență. Se înțelege prin încărcare orice cauză capabilă de a produce solicitări sau deformări elementelor de construcție sau construcțiilor în ansamblu (exemple: greutatea proprie a elementului de construcție, greutățile utile, acțiunea dinamică a utilajelor industriale, acțiunea temperaturii, presiunea vîntului, accelerația seismică, etc.).

Valorile încărcărilor utilizate în calculul elementelor de construcție sînt stabilite în urma studiului statistic al unui număr suficient de mare de cazuri reale de încărcare. Aceste valori au denumirile de *încărcări normate* și *încărcări de calcul*.

Încărcările normate S^n sînt valori de referință precizate prin normativele pentru încărcări în construcții și sînt stabilite pe baza unei anumite probabilități de depășire a lor de către încărcările reale.

Scanned with OKEN Scanner

Încărcările de calcul S sînt valori obținute din încărcările normate prin multiplicarea cu un coeficient de supraîncărcare n:

$$S = nS^n.$$

Coeficientul de supraîncărcare caracterizează abaterile posibile ale încărcărilor reale față de încărcările normate, în sens defavorabil (în plus sau minus), ca urmare a variabilității încărcărilor și abaterilor întîmplătoare de la condițiile de exploatare normală date.

Pentru fiecare element de construcție, la stabilirea încărcărilor de calcul, a grupărilor lor și a coeficienților de supraîncărcare, se are în vedere posibilitatea de realizare simultană a celor mai defavorabile valori ale diferitelor încărcări.

Observație

Sporirea de perspectivă a încărcărilor și efectele dinamice nu se consideră prin intermediul coeficienților de supraîncărcare, ci se iau în calcul pe baza unor considerații speciale.

3.2. În calculul elementelor de rezistență încărcările se clasifică după criteriul duratei lor de acțiune. Din acest punct de vedere se disting încărcări permanente și încărcări temporare.

Încărcările permanente sînt încărcări care acționează la valori practic constante pe toată durata exploatării construcției, cu eventuala excepție a unor perioade relativ scurte (exemple: greutatea proprie a elementelor de construcție, a pămîntului, acțiunea precomprimării, etc.).

Încărcările temporare sînt încărcări care pot să lipsească în mod curent în anumite perioade ale execuției sau ale exploatării construcției.

În funcție de durata lor de acțiune, încărcările temporare considerate în calcul se împart în:

a) Încărcări temporare cu acțiune îndelungată, care pot acționa la valorile lor maxime pe perioade relativ lungi (exemple: încărcările pe planșee în depozitele de cărți și biblioteci, presiunile lichidelor și gazelor în rezervoare și conducte, etc);

b) Încărcări temporare de scurtă durată, care pot acționa în timpul execuției și exploatării construcției la valorile lor maxime numai pe perioade relativ scurte (exemple: încărcările date de vînt, de vehicule, etc.);

Scanned with OKEN Scanner

c) Încărcări accidentale, a căror apariţie în timpul execuţiei şi exploatării construcţiei este posibilă în cazurile excepţionale (exemple : încărcările seismice, de avarie, etc.).

Observaţie

În funcţie de destinaţia construcţiilor, încadrarea încărcărilor normate şi de calcul în diferitele categorii definite prin criteriul duratei de acţiune este stabilită prin normativele pentru încărcări în construcţii.

3.3. Acţiunea simultană a diferitelor încărcări se consideră în calculul elementelor de rezistenţă cu ajutorul următoarelor grupări de încărcări :

a) Grupările fundamentale, formate din încărcări permanente, încărcări temporare cu acţiune îndelungată şi una din încărcările temporare de scurtă durată ;

b) Grupările suplimentare, formate din încărcări permanente, încărcări temporare cu acţiune îndelungată şi două sau mai multe încărcări temporare de scurtă durată, a căror acţiune simultană este practic posibilă ;

c) Grupările extraordinare, formate din încărcări permanente, încărcări temporare cu acţiune îndelungată şi cîteva încărcări temporare de scurtă durată şi încărcări accidentale, a căror acţiune simultană este practic posibilă.

În grupările suplimentare şi extraordinare, încărcările de scurtă durată se afectează de coeficienţi de simultaneitate.

3.4. Modul de considerare a încărcărilor în grupările de calcul se stabileşte prin normativele pentru încărcări în construcţii, elaborate în concordanţă cu prevederile prezentului normativ.

4. REGULI DE BAZĂ PENTRU CALCULUL ELEMENTELOR DE REZISTENŢĂ

4.1. Siguranţa necesară a unui element de construcţie sau a unei construcţii se obţine în proiectare prin :

— considerarea celor mai defavorabile valori ale caracteristicilor de rezistenţă şi de deformare ţinînd seama de cele mai defavorabile condiţii de lucru ;

Scanned with OKEN Scanner

— considerarea celor mai defavorabile valori şi grupări ale încărcărilor.

În stabilirea caracteristicilor de rezistenţă şi de deformare ale elementelor de construcţie se vor respecta prevederile pct. 2.1—2.8 ale prezentului normativ.

În stabilirea valorilor şi grupărilor de încărcări se vor respecta prevederile pct. 3.1—3.4 şi 4.2 ale prezentului normativ.

4.2. În calculul elementelor de rezistenţă ale construcţiilor se vor utiliza încărcările normate sau de calcul în funcţie de natura stării limită luate în consideraţie.

Încărcările de calcul se vor considera în grupările stabilite pentru calculele la :

— starea limită de rupere ;

— starea limită de pierdere a stabilităţii formei şi poziţiei ;

— starea limită de oboseală (pentru solicitările repetate produse de acţiunea dinamică a maşinilor şi utilajelor cu amplasament fix).

Încărcările normate se vor considera în grupările stabilite pentru calculele la :

— starea limită de oboseală (pentru solicitările statice şi pentru solicitările repetate produse de vehicule şi utilajele mobile de ridicare şi transport) ;

— starea limită de deformare.

Observaţii

a) Pentru stările limită de apariţie şi deschidere a fisurilor se consideră încărcările normate sau de calcul, în concordanţă cu prevederile normativelor de calcul pentru elementele de construcţie din beton, beton armat şi beton precomprimat.

b) Încărcările care acţionează în sens favorabil (în special la starea limită de pierdere a stabilităţii poziţiei) se afectează în calcule de coeficienţi de supraîncărcare mai mici sau cel mult egali cu unitatea.

4.3. Calculul la stările limită de epuizare a capacităţii portante constă în verificarea ca efortul unitar, solicitarea sau încărcarea totală, provenite din cele mai defavorabile grupări de încărcări, să nu depăşească niciodată în decursul

Scanned with OKEN Scanner

duratei de exploatare prevăzută pentru construcție rezistența de calcul, solicitarea limită sau încărcarea limită corespunzătoare.

4.4. Calculul la stările limită de deformare, de apariție sau de deschidere a fisurilor constă în următoarele verificări:

— deplasările statice sau amplitudinile oscilațiilor provenite din cele mai defavorabile grupări de încărcări să nu depășească valorile limită corespunzătoare stabilite prin normativele de proiectare;

— solicitările sau deschiderea fisurilor provenite din cele mai defavorabile grupări de încărcări să nu depășească valorile limită corespunzătoare, stabilite prin normativele de proiectare pentru elementele de construcție din beton, beton armat și beton precomprimat.

Scanned with OKEN Scanner

COMITETUL DE STAT PENTRU CONSTRUCŢII,
ARHITECTURĂ ŞI SISTEMATIZARE
C.S.C.A.S.

NORMATIV CONDIŢIONAT PENTRU CALCULUL CONSTRUCŢIILOR LA STĂRI LIMITĂ

Partea a II-a

ÎNCĂRCĂRI ÎN CONSTRUCŢII CIVILE ŞI INDUSTRIALE

(P. 7-62)

Se aplică numai în condiţiile prevăzute în Ordinul C.S.C.A.S. nr. 231 din 5 VI/1962.

Elaborat de:
SUBCOMISIA PENTRU ÎNCĂRCĂRI ÎN CONSTRUCŢII

Scanned with OKEN Scanner

1. GENERALITĂȚI, CLASIFICAREA ȘI GRUPĂRILE DE ÎNCĂRCĂRI

1.1. GENERALITĂȚI

1.1.1. Prezentele prescripții au ca obiect stabilirea *încărcărilor curente* pentru calculul construcțiilor civile și industriale la stările limită.

Încărcările dinamice produse de mașini și utilaje cu amplasament fix, încărcările în silozuri și în buncăre, încărcările seismice și încărcările unor construcții speciale (conducte, fire, construcții flexibile etc.), se vor lua în considerare pe baza unor prescripții speciale.

1.1.2. Se înțelege prin *încărcare* orice cauză capabilă de a produce solicitări sau deformări elementelor de construcție sau construcțiilor în ansamblu (exemple : greutatea proprie a elementelor de construcție, încărcările utile, acțiunea utilajelor industriale, acțiunea temperaturii, presiunea vîntului, accelerația seismică etc.).

Valorile încărcărilor utilizate în calculul elementelor de rezistență ale construcțiilor se stabilesc în urma studiului statistic al unui număr mare de cazuri reale de încărcare. Aceste valori au respectiv denumirile de încărcări normate și încărcări de calcul.

Încărcările normate sînt valori de referință precizate prin prezentul normativ.

Încărcările de calcul se obțin din încărcările normate prin multiplicarea cu coeficientul de supraîncărcare.

Coeficientul de supraîncărcare n caracterizează abaterile posibile de la încărcările normate în sens defavorabil (în plus

Scanned with OKEN Scanner

sau în minus), ca urmare a variabilităţii încărcărilor şi abaterilor întîmplătoare de la condiţiile de exploatare normală date.

Observaţie

Sporirea de perspectivă a încărcărilor şi efectele dinamice, nu se consideră prin intermediul coeficienţilor de supraîncărcare, ci se iau în calcul în conformitate cu consideraţii speciale.

1.2. CLASIFICAREA ÎNCĂRCĂRILOR

1.2.1. Încărcările se clasifică după *durata de acţiune asupra construcţiei*, în următoarele categorii de încărcări :

— *permanente* ;
— *temporare cu acţiune îndelungată* ;
— *temporare de scurtă durată* ;
— *accidentale*.

1.2.2. Se numesc *încărcări permanente* încărcările care apar la valori practic constante pe toată durata exploatării, cu eventuala excepţie a unor perioade relativ scurte.

Din încărcările permanente fac parte :

a) greutatea proprie a elementelor de construcţie (anexa I şi II) ;

b) greutatea pămîntului sau presiunea dată de pămînt ;

c) acţiunea permanentă a precomprimării.

1.2.3. Se numesc *încărcări temporare cu acţiune îndelungată* încărcările care pot apărea în exploatare la valori maxime pe perioade relativ lungi sau de multe ori.

Din încărcările temporare cu acţiune îndelungată fac parte :

a) greutatea unor elemente secundare de construcţie a căror poziţie poate suferi modificări (exemplu : pereţii despărţitori) ;

b) greutatea utilajului tehnologic staţionar, greutatea utilajului tehnico-sanitar (maşini unelte, aparate, instrumente, rezervoare, conducte etc.) şi greutatea lichidelor şi solidelor care umplu recipientele ;

c) presiunea gazelor, lichidelor şi materialului pulverulent pe pereţii recipientelor ;

d) încărcările pe planşee la silozuri, depozite, biblioteci, arhive etc. ;

Scanned with OKEN Scanner

e) încărcările pe planşee date de greutatea oamenilor în sălile de spectacole, în tribune, în sălile de clasă, în saloanele cu paturi ale spitalelor şi în alte locuri unde este posibilă aglomerarea frecventă a oamenilor ;

f) încărcările dinamice cu caracter periodic şi acţiunea termică provenită din exploatarea utilajului staţionar (cu amplasament fix) ;

g) încărcarea dată de zăpadă ;

h) efectul tasărilor (dacă acestea nu sînt provocate de cauze accidentale) ;

i) acţiunea temperaturilor tehnologice.

1.2.4. Se numesc *încărcări temporare de scurtă durată* încărcările care pot apărea în exploatare, la valorile maxime pe perioade relativ scurte şi de puţine ori.

Din încărcările temporare de scurtă durată fac parte :

a) încărcările statice şi dinamice aplicate de utilajele de ridicare şi transport (poduri rulante, macarale, teleferice, autovehicule etc.) utilizate în timpul execuţiei sau exploatării construcţiei ;

b) încărcările pe planşee date de greutatea oamenilor în clădirile de locuit şi social-culturale, cu excepţia cazurilor enumerate la punctul 1, 2, 3, e ;

c) încărcările date de utilajul staţionar numai în timpul montajului sau schimbării amplasamentului şi încărcările provenite din greutatea materialelor şi utilajelor folosite în timpul execuţiei şi reparării construcţiei ;

d) încărcările din greutatea oamenilor, pieselor, materialelor etc., în zonele de deservire a utilajului (pe pasarele, estacade şi alte elemente libere de utilaj) apărute în clădirile de fabricaţie ale construcţiilor industriale şi în anumite părţi ale clădirilor civile şi social culturale ;

e) încărcările apărute în cursul încercărilor de scurtă durată sau punerii în funcţiune a utilajului ;

f) acţiunile termice de scurtă durată apărute la punerea în funcţiune sau la întreruperea funcţionării utilajului ;

g) presiunea vîntului ;

h) temperatura exterioară (climatică) ;

i) greutatea depunerilor de praf industrial.

1.2.5. Se numesc *încărcări accidentale* încărcările care pot apărea în exploatare numai în cazuri excepţionale.

Din încărcările accidentale fac parte :

a) acţiunea seismică, acţiunea exploziilor etc. ;

b) acţiunile legate de întreruperi bruşte ale procesului tehnologic, de defecţiunile utilajului etc. ;

Scanned with OKEN Scanner

c) încărcările produse de avarierea construcţiei ;

d) efectul tasărilor fundaţiei, produse de modificarea radicală a structurii terenului.

1.2.6. Clasificarea încărcărilor dată în 1.2. se referă la încărcările de calcul. Ea poate fi utilizată şi pentru încărcările normale, dacă în normele de proiectare nu se fac observaţii speciale în legătură cu considerarea duratei de acţiune a încărcărilor normate.

1.3. GRUPĂRILE DE ÎNCĂRCĂRI

1.3.1. Calculul construcţiilor trebuie făcut cu considerarea grupărilor de încărcări celor mai defavorabile posibile în timpul execuţiei sau exploatării, pentru fiecare construcţie în ansamblu, element de construcţie sau secţiune.

În calcul sînt considerate :

a) *Grupările fundamentale,* formate din încărcările permanente, încărcările temporare cu acţiune îndelungată şi una din încărcările temporare de scurtă durată.

Observaţie

Acţiunea simultană a zăpezii şi a unui utilaj de ridicare trebuie considerată în grupările fundamentale.

b) *Grupările suplimentare,* formate din încărcările permanente, încărcările temporare cu acţiune îndelungată şi două sau mai multe încărcări temporare de scurtă durată.

c) *Grupările extraordinare,* formate din încărcările permanente, încărcările temporare cu acţiune îndelungată şi cîteva încărcări temporare de scurtă durată şi încărcări accidentale, a căror acţiune simultană este practic posibilă. În mod normal, nu se consideră simultan două încărcări accidentale.

1.3.2. În grupările suplimentare, încărcările temporare de scurtă durată se vor înmulţi cu un coeficient egal cu 0,9.

În grupările extraordinare, încărcările temporare de scurtă durată se vor înmulţi cu un coeficient egal cu 0,8.

Excepţie fac cazurile specificate fie în prescripţiile de proiectare a construcţiilor situate în regiuni seismice, fie în alte prescripţii speciale.

Observaţii

Încărcările temporare de scurtă durată care sînt incluse în grupările extraordinare se stabilesc prin prescripţii de proiectare a construcţiilor situate în regiuni seismice sau prin alte prescripţii speciale.

Scanned with OKEN Scanner

În grupările fundamentale se ia încărcarea verticală de la cel mult două utilaje de ridicare și transport, apropiate pentru lucrul în comun.

Verificarea rezistenței la oboseală se face pentru acțiunea unui singur utilaj de ridicare și transport, cu excepția cazurilor cînd în exploatare lucrează în mod normal cîte două utilaje cuplate.

Acțiunea a trei sau patru utilaje de ridicare și de transport se consideră (atunci cînd acest lucru este posibil în exploatare), în grupările suplimentare de încărcări.

În hale cu mai multe deschideri se va considera posibilitatea așezării utilajelor de ridicare în deschideri vecine, în aceeași travee, cu numărul de utilaje nu mai mare decît patru.

Încărcările orizontale produse de frînare se iau în toate cazurile de la cel mult două utilaje.

3. ÎNCĂRCĂRI PERMANENTE

2.1. ÎNCĂRCĂRILE NORMATE

2.1.1. Încărcările normate provenite din greutatea proprie a elementelor de construcție și din greutatea pămîntului se stabilesc pe baza dimensiunilor din proiect, a greutăților tehnice ale materialelor date în standarde și în prescripții oficiale, sau pe baza încercărilor directe asupra materialelor de construcție și asupra pămînturilor.

2.1.2. În cazurile în care asemenea date lipsesc, se vor adopta valori justificate ale greutăților specifice aparente ale materialelor de construcție și ale pămînturilor, posibile în mod real (cu considerarea condițiilor de execuție a construcției, a metodelor de producere a materialelor de construcție și a condițiilor de exploatare).

2.2. COEFICIENȚII DE SUPRAÎNCĂRCARE

2.2.1. Coeficienții de supraîncărcare pentru greutatea materialelor de construcție și a pămînturilor se vor lua din tabela 1, dacă în normele de proiectare speciale nu sînt date alte valori.

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 1

Coeficienţi de supraîncărcare pentru încărcările provenite din greutatea proprie a materialelor de construcţie şi a pămînturilor

Nr. crt.	Tipul construcţiei sau pămîntului	Coeficientul de supra-încărcare
1	Construcţii metalice sau din lemn	1,1
2	Construcţii din piatră (zidărie şi cărămidă)	1,2
3	Construcţii din beton şi beton armat, alcătuite din beton cu greutatea specifică aparentă :	
	— peste 1 600 kgf/m^3 (cu excepţia construcţiilor amintite la punctul 4)	1,1
	— de 1 600 kgf/m^3, sau mai puţin	1,2
4	Plăci, pînze şi alte elemente de construcţie din beton armat cu greutatea specifică aparentă peste 1 600 kgf/m^3 şi grosimea $\leqslant$ 7 cm	1,2
5	Plăci termoizolante, umpluturi, straturi de egalizare, şape şi alte elemente de construcţie, ale căror greutăţi tehnice sau dimensiuni pot avea variaţiuni mari	1,3
6	Pămînturi	
	— stîncoase	1,2
	— nestîncoase	1,3

2.2.2. În cazurile în care reducerea încărcărilor permanente produce înrăutăţirea condiţiilor de lucru sau mărirea solicitărilor construcţiilor, determinînd o ipoteză defavorabilă de calcul, trebuie consideraţi coeficienţii de supraîncărcare de mai jos (dacă în normele de proiectare nu sînt date alte valori) :

— pentru greutatea elementelor de construcţie . . . . . 0,9 ;
— pentru greutatea pămîntului . . . . . 0,8.

2.3 ACŢIUNEA PRECOMPRIMĂRII

Determinarea încărcărilor datorite acţiunii precomprimării se face pe baza prevederilor „Normativului condiţionat pentru calculul construcţiilor la stări limită, partea a III-a. Calculul şi alcătuirea constructivă a elementelor de construcţii civile şi industriale din beton, beton armat şi beton precomprimat (P.8-62)".

Scanned with OKEN Scanner

3. ÎNCĂRCĂRI TEMPORARE PE PLANȘEE

3.1. GENERALITĂȚI

3.1.1. Prevederile prezentului capitol se referă la încărcările date de utilaje, de pereți despărțitori, de materiale și de oameni, încărcări care acționează asupra planșeelor, acoperișurilor și a altor elemente de construcție asemănătoare.

3.1.2. Încărcările date de utilaje și încărcările din zonele de deservire a utilajelor se stabilesc pe baza datelor tehnologice, în conformitate cu destinația construcției proiectate.

3.1.3. În calculul structurilor de rezistență trebuie considerate schemele de încărcare cele mai defavorabile pentru încărcările temporare, ținînd seama de posibilitatea modificării amplasamentului și admițînd, în cazurile defavorabile, că în unele părți diversele încărcări temporare pot să lipsească.

3.2. ÎNCĂRCĂRI DATE DE UTILAJE

3.2.1. La determinarea încărcărilor normate date de utilaje asupra planșeelor trebuie considerate greutate proprie a utilajului (inclusiv greutatea pieselor prelucrate, a dispozitivelor permanente și a dispozitivelor de rezemare), greutatea umpluturii și a izolației termice a utilajului, cît și încărcările verticale și orizontale transmise de la alte utilaje, transmisii, arii de deservire etc.

3.2.2. Încărcările normate arătate la 3.2.1. se determină conform condițiilor de exploatare a utilajului, pe baza datelor tehnice de fabricație a utilajului, sau, în absența acestora, pe baza standardelor, cataloagelor și datelor tehnologice. Încărcarea normată provenită din greutatea umpluturii se stabilește pe baza volumului maxim de umplere a utilajului, care este posibil în exploatare.

3.2.3. Coeficienții de supraîncărcare pentru încărcările statice date de utilaje se iau în conformitate cu tabela 2.

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 2

Coeficienţii de supraîncărcare pentru încărcările statice date de utilaje

Nr. crt.	Denumirea încărcării	Coeficientul de supraîncărcare
1	Greutatea proprie a utilajului staţionar	1,2
2	Greutatea izolării termice	1,2
3	Greutatea umpluturii	
	— cu lichide	1,1
	— cu suspensii	1,15
	— cu corpuri pulverulente	1,2
4	Încărcări date de monoşine, de teleferice, de mijloace de transport feroviar, sau de tractoare	1,2
5	Încărcări date de automobile, electrocare etc.	1,3

3.3. ÎNCĂRCĂRI TEMPORARE UNIFORM DISTRIBUITE

3.3.1. Încărcările temporare normate uniform distribuite pe planşee şi acoperişuri şi coeficienţii de supraîncărcare respectivi se iau din tabela 3.

Considerarea sporirii de perspectivă a încărcărilor, inclusiv prin schimbarea destinaţiei încăperilor, trebuie să fie justificată în mod special.

Pentru planşeele clădirilor neenumerate în tabelă, sau supuse altor încărcări, încărcările normale şi coeficienţii de supraîncărcare trebuie determinaţi pe baza condiţiilor reale de exploatare şi a experienţei rezultată din proiectarea unor construcţii asemănătoare.

Încărcările enumerate la nr. 1...13 ale tabelei 3 sînt stabilite cu considerarea greutăţii utilajului curent. Încărcările date de greutatea utilajului special (cisterne şi cazane, camere de ventilaţie, motoare etc.) ca şi de greutatea sobelor, caselor de bani, şi a altor obiecte grele, trebuie considerată în mod special, avîndu-se în vedere posibilitatea de deplasare a lor.

Încărcarea din greutatea oamenilor pe acoperişuri şi terase dată de nr. 2 al tabelei 3 se ia în consideraţie numai în cazurile în care efectul ei este mai defavorabil decît efectul zăpezii sau al vîntului.

3.3.2. Încărcările normate orizontale pe balustradele scărilor, balcoanelor, ariilor de deservire, pasarelelor etc. se iau :

— pentru clădiri a căror destinaţie este arătată la nr. 1...3 ale tabelei 3 şi pasarele . . . . . 50 kgf/m ;
— pentru tribune . . . . . 150 kgf/m :
— pentru alte clădiri . . . . . 100 kgf/m.

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 3

Valori normate şi coeficienţi de supraîncărcare pentru încărcările temporare uniform distribuite ale planşeelor şi acoperişurilor

Nr. crt.	Destinaţia clădirii şi încăperii	Încărcarea normată	Coeficientul de supraîncărcare
1	Poduri		
	— necirculabile	75 kgf/m²	1,4
	— utilizate pentru păstrarea obiectelor casnice	150 kgf/m²	1,4
	— utilizate ca etaje tehnice	v nr. 15	
2	Acoperişuri şi terase necirculabile (orizontale) sau cu pante pînă la 1 : 20 cu prezenţă temporară a oamenilor	200 kgf/m²	1,4
3	Locuinţe, camerele grădiniţelor de copii şi creşelor, dormitoarele şcolilor, internatelor şi caselor de odihnă, sălile de lectură, sălile sanatoriilor, spitalelor şi ale altor unităţi sanitare	150 kgf/m²	1,4
4	Camerele de locuit din cămine, din hoteluri şi sălile de lectură	200 kgf/m²	1,4
5	Auditorii, săli de mese ale cantinelor, întreprinderilor de alimentaţie publică, birouri, magazine cu încăperi sub 50 m², băi publice, bucătării, cazărmi, depozite cu amănuntul, spălătorii publice, ateliere cu utilaj uşor cu suprafaţa sub 50 m², sălile instituţiilor de învăţămînt, instituţiilor administrative şi ştiinţifice	300 kgf/m²	1,3
6	Vestibule, coridoare şi scări de circulaţie comună în clădiri cu destinaţia specificată la nr. 3 şi 4, cu excepţia instituţiilor de învăţămînt	300 kgf/m²	1,3

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 3 (continuare)

Nr. crt.	Destinația clădirii și încăperii	Încărcarea normată	Coeficientul de supraîncărcare
7	Sălile gărilor, teatrelor, cinematografelor, cluburilor, sălile de adunare fără locuri fixe, sălile de concert, sălile de sport, tribunele fără locuri fixe, terasele circulabile cu aglomerări de oameni	400 kgf/m²	1,3
8	Sălile comerciale ale magazinelor cu suprafețe peste 50 m², ale muzeelor, sălile și pavilioanele de expoziție	După încărcarea reală, dar nu sub 400 kgf/m²	1,3
9	Depozite de cărți, arhive, tribune pentru spectatori stînd în picioare	După încărcarea reală, dar nu sub 600 kgf/m²	1,2
10	Vestibule, coridoare și scări ale sălilor de mese ale unităților de alimentație publică, instituțiilor de învățămînt, gărilor, teatrelor, cinematografelor, cluburilor, sălilor de concert, sălilor de sport, magazinelor, muzeelor, sălilor și pavilioanelor de expoziție, depozitelor de cărți, arhivelor și construcțiilor industriale	400 kgf/m²	1,3
11	Coridoare și scări de deservire a tribunelor	600 kgf/m²	1,2
12	Balcoane și loggii	500 kgf/m²	1,2
13	Încăperi pentru animale :		
	— mici	200 kgf/m²	1,4
	— mari (porcine, bovine, cabaline)	500 kgf/m²	1,2
14	Depozite cu diverse destinații și porțiuni destinate depozitării și păstrării materialelor și produselor în clădirile întreprinderilor industriale și comerciale	Conform volumului maxim de materiale (sau cantității maxime de produse) pe partea respectivă din depozit, cu condiția de păstrare dată dar nu sub 400 kgf/m²	1,3

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 3 (continuare)

Nr. crt.	Destinația clădirii și încăperii	Încărcarea normată	Coeficientul de supraîncărcare
15	Zonele de deservire ale utilajului (pasarele, platforme și alte zone libere de utilaj) în clădirile industriale și în încăperile speciale ale construcțiilor civile și social-culturale (spre exemplu zona de deservire în etajele tehnice în bucătăriile restaurantelor etc.)	Conform încărcării maxime din greutatea oamenilor, obiectelor, materialelor de reparat, încărcare ce este posibilă în zonele de deservire a utilajului, în condițiile date de exploatare, montaj și întreținere, dar nu sub 200 kgf/m²	1,2
16	Încărcarea cu praf a acoperișurilor terasă (cu pante pînă la 10%) datorită prafului produs de instalațiile industriale din apropiere, în cazul cînd curățirea acestor acoperișuri urmează a se face cu regularitate *)		
	— straturi de praf necoeziv	50 kgf/m²	1,4
	— straturi de praf cimentabil	75 kgf/m²	1,4
17	Încărcările din timpul execuției (în special la structurile prefabricate a căror capacitate portantă este realizată după întărirea betonului turnat la fața locului)	150 kgf/m² (exclusiv betonul de completare turnat la fața locului)	1,2
18	Încărcările schelelor și eșafodajelor pe care circulă oameni cu materiale	Conform încărcării maxime, dar nu sub 200 kgf/m²	1,2
19	Încărcările cofrajelor și susținerilor	Conform greutății betonului și utilajelor după proiectul tehnologic de execuție, dar nu sub 300 kgf/m²	1,2
20	Încărcările garajelor și rampelor pentru autoturisme, pasajelor și curților carosabile (inclusiv coeficientul de impact egal cu 1,4)	După greutățile reale, dar nu sub 500 kgf/m²	1,4

*) În cazul în care curățirea prafului industrial de pe acoperișuri nu este prevăzută să se facă cu regularitate, încărcarea cu praf poate să ajungă la valori importante și trebuie considerată în proiectare.

Scanned with OKEN Scanner

Coeficientul de supraîncărcare se ia egal cu 1,2.

Încărcările verticale ale balustradelor se iau egale cu cele orizontale.

3.3.3. Încărcările normate orizontale distribuite, pentru tribune schele și eșafodaje (dacă nu sînt acoperite de încărcările seismice) sînt :

— pentru tribune : ..... 1/20 din încărcarea verticală ;
— pentru schele și eșafodaje : ..... 1/100 din încărcarea verticală.

Coeficientul de supraîncărcare se ia egal cu 1,2.

3.4. ÎNCĂRCĂRI TEMPORARE CONCENTRATE DE SCURTĂ DURATĂ

3.4.1. Elementele portante ale acoperișurilor și ale altor elemente de construcție trebuie să fie verificate la încărcarea concentrată verticală de 100 kgf (greutatea omului cu o unealtă), cu coeficientul de supraîncărcare 1,2, sarcina fiind aplicată în modul cel mai defavorabil. În această verificare încărcarea de calcul cu zăpadă se ia nu mai mare de 70 kgf/m^2, iar presiunea vîntului nu se consideră.

3.4.2. Treptele scărilor, care nu au contratrepte, trebuie verificate la o încărcare concentrată verticală normată, aplicată în modul cel mai defavorabil, și care are valoarea :

— pentru scările clădirilor cu destinația specificată la nr. 1...3 ale tabelei 3 și pentru scările aripilor de deservire, destinate activității persoanelor izolate . . . . 150 kgf ;
— pentru scările celorlalte clădiri . . . . . 200 kgf.

Coeficientul de supraîncărcare se ia egal cu 1,2.

3.5. ÎNCĂRCĂRI DATE DE GREUTATEA PEREȚILOR DESPĂRȚITORI

3.5.1. Încărcările normate date de greutatea pereților despărțitori neportanți (pînă la 500 kgf/m), dacă poziția acestora poate fi modificată și nu se cunoaște în momentul proiectării, sau dacă pereții au o formă complicată în plan, se pot lua în calcule ca încărcări uniform distribuite pe planșeu cu valorile :

— pentru pereți despărțitori avînd greutatea pînă la 300 kgf/m . . . . . 100 kgf/m^2 ;
— pentru pereți despărțitori avînd greutatea între 300 și 500 kgf/m . . . . . 150 kgf/m^2 ;

Scanned with OKEN Scanner

În celelalte cazuri, încărcările date de pereții despărțitori se vor lua în calcul în funcție de poziția lor reală și de condițiile de lucru în ansamblul construcției.

Coeficientul de supraîncărcare se ia conform punctului 2.2.

3.6. REDUCEREA ÎNCĂRCĂRILOR TEMPORARE UNIFORM DISTRIBUITE PE PLANȘEE ȘI ACOPERIȘURI

3.6.1. În general nu se admite reducerea încărcărilor permanente sau temporare uniform distribuite, pentru calculul plăcilor și grinzilor secundare ale planșeelor și acoperișurilor.

3.6.2. Încărcările temporare uniform distribuite pentru construcții civile și social-culturale (cu excepția instituțiilor de învățământ, teatrelor, muzeelor și magazinelor date la nr. 1...12 ale tabelei 3) se reduc prin multiplicare cu următorii coeficienți :

Tabela 4

Coeficienții de reducere a încărcărilor temporare pe planșee pentru calculul stîlpilor pereților și fundațiilor

Numărul planșeelor situate deasupra secțiunii considerate a construcției *) și care suportă încărcări temporare	1	2	3	4	5	6	7 și peste 7
Coeficienții de reducere pentru suma încărcărilor temporare pe planșeele considerate	0,90	0,85	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60

*) cu excepția planșeului din clădirile amintite mai jos în cadrul nr. 3.6.2.

— pentru calculul grinzilor principale și riglelor planșeelor și acoperișurilor 0,9
— pentru calculul stîlpilor, pereților și fundațiilor, cu coeficienții indicați în tabela 4.

Reducerea încărcărilor prevăzute la acest punct se efectuează independent de utilizarea coeficienților de reducere a încărcărilor temporare de scurtă durată pentru grupările suplimentare și extraordinare, cu excepția cazurilor specificate în prescripțiile de proiectare a construcțiilor situate în regiuni seismice sau a cazurilor prevăzute în alte prescripții speciale.

Scanned with OKEN Scanner

3.6.3. Nu se admite reducerea încărcărilor temporare uniform distribuite la calculul grinzilor principale, riglelor, stîlpilor, pereţilor, fundaţiilor, halelor de fabricaţie, depozitelor, frigoriferelor, silozurilor, încăperilor speciale din construcţiile civile şi social-culturale, sălilor de cinematograf, cluburilor, gărilor, sălilor de mese, restaurantelor, sălilor de adunare, sălilor de concert, de expoziţie, de sport, depozitelor de cărţi, arhivelor şi bibliotecilor.

3.6.4. Încărcările uniform distribuite de scurtă durată, date de greutatea oamenilor, a pieselor şi a materialelor, în zonele de deservire a utilajului, definite la punctul 15 al tabelei 3, pot fi reduse în concordanţă cu indicaţiile date la pct. 3.6.2.

3.7. CONSIDERAREA ÎNCĂRCĂRILOR LOCALE

3.7.1. În calculul planşeelor trebuie considerată, ca regulă, distribuţia reală a încărcărilor pe planşee, dîndu-se atenţie încărcărilor concentrate în zonele de montare a utilajului, pe porţiunile de acţiune posibilă a mijloacelor de transport, a sarcinilor grele etc.

Independent de aceasta, planşeele trebuie să fie verificate la încărcarea totală cu încărcări uniform distribuite. Verificarea amintită, pentru planşeele halelor de fabricaţie, se face la încărcarea normată de 400 kgf/m^2 cu coeficientul de supraîncărcare 1,2 fără considerarea reducerii acestei încărcări, iar pentru alte construcţii, la încărcările determinate în conformitate cu tabela 3, cu considerarea reducerii prevăzute la pct. 3.6.

Încărcările concentrate şi celelalte încărcări locale se consideră în calculul planşeelor în conformitate cu prescripţiile oficiale.

3.7.2. Încărcările concentrate pe planşee pot fi înlocuite prin încărcări uniform distribuite echivalente, a căror intensitate se determină :

— pentru plăci, pe baza momentelor încovoietoare ;

— pentru rigle, grinzi, nervuri, pe baza momentelor încovoietoare şi forţelor tăietoare.

Intensitatea încărcărilor temporare echivalente obţinute cu considerarea acţiunii simultane a încărcărilor locale date de utilaj şi a încărcărilor distribuite în zonele de deservire a

Scanned with OKEN Scanner

utilajului, trebuie luate în calcul la valori nu mai mici decît valorile indicate pentru halele de fabricaţie la punctul 3.7.1., iar pentru celelalte construcţii în tabela 3, cu considerarea reducerii conform punctului 3.6.

Încărcările distribuite echivalente sînt în general diferite pentru plăci şi grinzi, ele vor fi utilizate numai pentru calculul elementelor care suportă în mod direct încărcarea locală.

Plăcile planşeelor, calculate la încărcări echivalente, trebuie verificate la străpungere sub acţiunea încărcărilor locale.

3.8. CONSIDERAREA ÎNCĂRCĂRILOR DINAMICE

Încărcările dinamice aplicate planşeelor, acoperişurilor şi altor elemente de construcţie se iau în consideraţie pe baza unui calcul special.

Dacă datele pentru un astfel de calcul lipsesc, se admite efectuarea unui calcul convenţional al elementelor planşeelor la starea limită de capacitate portantă la încărcări statice, încărcările statice fiind înmulţite cu coeficienţii de impact. Pentru încărcările date de utilajul de ridicare şi transport, coeficientul de impact se va lua în acest caz egal cu 1,1, considerîndu-l însă numai pentru calculul elementelor planşeelor care sînt direct încărcate.

Pentru operaţiile diverse de deservire se vor avea în vedere următorii coeficienţi de impact:

— mutarea greutăţilor 1,2;
— descărcarea greutăţilor 1,4;
— descărcarea greutăţilor în condiţii deosebit de defavorabile 1,8.

4. ÎNCĂRCĂRI DATE DE PODURI RULANTE

Încărcările datorite podurilor rulante sînt:
— încărcări verticale;
— încărcări orizontale în lungul căilor de rulare, rezultate din frînarea podului rulant;

Scanned with OKEN Scanner

— încărcări orizontale transversale căii de rulare rezultate în special din frînarea căruciorului (pisicii).

Coeficientul de supraîncărcare se ia egal cu 1,3 pentru toate aceste forţe.

4.1. ÎNCĂRCĂRI VERTICALE

Încărcările verticale provin din greutatea proprie a podului rulant, din greutatea căruciorului şi din sarcina de lucru a podului rulant şi se transmit căii prin roţile podului rulant.

Valorile normate ale acestor încărcări se determină după standardele în vigoare sau după datele furnizorului podului rulant, cînd caracteristicile diferă de cele normate sau nu sînt specificate în standard.

Încărcările verticale se consideră egal repartizate la roţile de pe aceeaşi cale ; dacă există o nesimetrie în distribuţia lor, aceasta se ia în considerare numai cînd ar duce la o diferenţă între sarcinile pe roţi mai mare decît 10%.

Coeficienţii dinamici ψ, cu care se multiplică valorile normate ale încărcărilor pe roată, se stabilesc în funcţie de regimul de exploatare al construcţiei şi se iau din tabela 5. Aceşti coeficienţi multiplică încărcările numai pentru calculul grinzilor de rulare şi prinderilor lor de elementele structurale ale halei, cu excepţia cazurilor prevăzute în prescripţii speciale.

Tabela 5

Valorile coeficienţilor dinamici ψ

Regimul de lucru al construcţiei	Valoarea coeficientului dinamic ψ
Regim uşor	1,1
Regim mediu	1,2
Regim greu	1,3
Regim foarte greu	1,4

Scanned with OKEN Scanner

4.2. ÎNCĂRCĂRI ORIZONTALE

4.2.1. *Încărcări orizontale longitudinale.* Punctul de aplicaţie al încărcărilor orizontale longitudinale se consideră punctul de contact dintre roţile frînate ale podului rulant şi şina de rulare. Valorile normate ale acestor încărcări se iau egale cu $\frac{1}{10}$ din încărcările verticale normate de pe roţile frînate, fără coeficienţi dinamici.

4.2.2. *Încărcări orizontale transversale.* Încărcările orizontale transversale se consideră ca un convoi mobil de forţe aplicate la nivelul feţei inferioare a şinelor căii de rulare ; se admite că aceste forţe se transmit în întregime numai la una din grinzile de rulare şi se distribuie egal între cele n roţi ale podului rulant de pe aceeaşi grindă de rulare. Sensul acestor încărcări poate fi către exterior sau către interior.

Valorile normate ale forţelor transversale transmise de o singură roată sînt egale cu :

— poduri cu suspensie rigidă, $\frac{1}{10\,n}(Q+q)$;

— poduri cu suspensie elastică $\frac{1}{20\,n}(Q+q)$;

în care : Q este capacitatea nominală de ridicare a podului rulant ;

q — greutatea căruciorului.

Pentru calculul grinzilor de frînare şi al tălpilor superioare ale grinzilor de rulare, aceste forţe se multiplică cu coeficientul α din tabela 6.

Pentru calculul prinderii grinzilor de rulare sau a grinzilor de frînare, valorile încărcărilor transversale se multiplică cu coeficientul $2\,\alpha$.

Tabela 6

Coeficienţii de multiplicare a forţelor transversale date de roţile podului rulant

Tipul de suspensie	Q	Grupa de construcţie			
		I	II	III	IV
		Coeficientul α			
Rigidă	pentru orice încărcare	1,5	1,5	1,5	1,5
Elastică	5 . . . . 10 tf	1,5	1,8	2,2	2,5
	11 . . . . 20 tf	1,3	1 5	1,8	2,0
	21 . . . . 125 tf	1,2	1,3	1,4	1,5
	126 . . . . 225 tf	1,0	1,1	1,2	1,3
	226 . . . . 330 tf	1.0	1,0	1,1	1,1

Scanned with OKEN Scanner

4.3. PRESCRIPȚII SPECIALE PENTRU CALCULUL STATIC AL ELEMENTELOR CONSTRUCȚIEI SUB ACȚIUNEA PODURILOR RULANTE

4.3.1. *Ipoteze de încărcare.* Încărcările verticale și orizontale date de podurile rulante se vor considera intrînd în grupările fundamentale.

4.3.2. *Scheme de încărcare pentru acțiunea încărcărilor verticale.* Schemele de încărcare pentru acțiunea încărcărilor verticale se vor lua în concordanță cu funcționarea reală posibilă a podurilor rulante în timpul exploatării, considerîndu-se în orice caz (în cazul acțiunii mai multor poduri rulante în aceeași deschidere și la același etaj), două poduri încărcate, iar restul descărcate.

În cazul halelor cu mai multe deschideri alăturate se va ține seama de eventualitatea amplasării podurilor rulante în aceași linie numai în două deschideri.

4.3.3. *Scheme de încărcare pentru acțiunea încărcărilor orizontale longitudinale și transversale.* În aceeași deschidere a halei și la fiecare etaj de grinzi de rulare, încărcările orizontale longitudinale și transversale se vor determina numai din acțiunea a cel mult două poduri rulante încărcate. În cazul halelor cu mai multe deschideri alăturate, se va ține seama de eventualitatea amplasării podurilor rulante în aceeași linie, numai în două deschideri învecinate (ca la 4.3.2.).

5. ÎNCĂRCĂRI CLIMATICE

Încărcările climatice care acționează asupra construcțiilor sînt :

— încărcarea cu zăpadă ;
— acțiunea vîntului ;
— efectul variațiilor de temperatură.

Efectul altor încărcări climatice decît cele cuprinse în prezentul normativ, se va aprecia pe bază de prescripții speciale, sau, în lipsa acestora, se va stabili în mod justificat.

Scanned with OKEN Scanner

5.1. ÎNCĂRCAREA DATORITĂ ZĂPEZII

5.1.1. Încărcarea normată cu zăpadă, distribuită pe proiecția orizontală a acoperișului, se determină cu ajutorul relației

$$p_z^n = c_z g_z,$$

în care : g_z este greutatea pe metru pătrat a stratului de zăpadă distribuit pe suprafața terenului ;

c_z — coeficientul de trecere de la greutatea stratului de zăpadă distribuit pe suprafața terenului la încărcarea normată cu zăpadă pe acoperiș.

5.1.2. Greutatea stratului de zăpadă g_z, pentru diferite regiuni din țară se ia conform hărții din anexa III pentru altitudini pînă la 600 m deasupra nivelului mării.

5.1.3. Pentru construcții situate la altitudini mai mari decît 600 m, încărcarea dată de zăpadă se determină cu formula :

$$g_z = 75 + 0{,}15\ (H - 600), \quad [\text{kgf/m}^2]$$

în care H este altitudinea punctului construcției exprimată în metri deasupra nivelului mării.

5.1.4. După condiții locale (pe văi și în alte puncte unde este posibilă o îngrămădire de zăpadă), se va putea mări valoarea încărcării dată de zăpadă ; în lipsa indicațiilor Institutului Meteorologic Central sau a determinărilor lor directe etc., greutatea stratului de zăpadă se va determina după formula ;

$$g_z = 220\ h_z, \quad [\text{kgf/m}^2]$$

în care h_z este înălțimea stratului de zăpadă în metri (considerată ca o medie a înălțimilor anuale maxime în localitatea respectivă, pe o perioadă de cel puțin 10 ani).

5.1.5. Încărcarea de calcul p_z se obține multiplicînd încărcarea normată p_z^n definită la punctele 5.1.2., 5.1.3., 5.1.4. cu coeficientul de supraîncărcare $n = 1{,}4$.

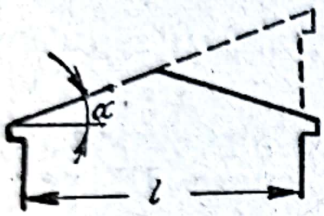
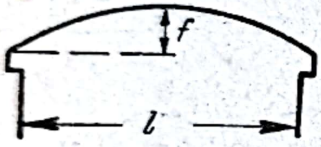
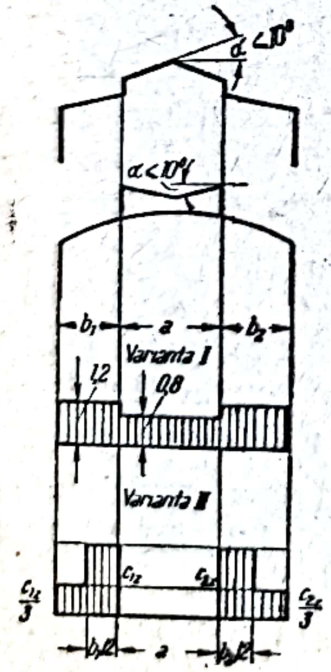
5.1.6. Coeficientul c_z se va lua conform indicațiilor din tabela nr. 7.

Scanned with OKEN Scanner

5.1.7. Pentru construcțiile izolate cu $h < 5$ m (h fiind măsurat pînă la streașină) și deschideri $l < 10$ m, neadăpostite de obstacole și așezate în locurile unde însăși construcția constituie un prag de formare a troienelor, încărcarea de calcul, stabilită conform punctelor precedente, se majorează cu 100%.

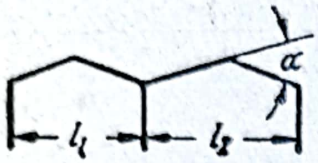
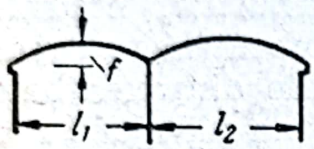
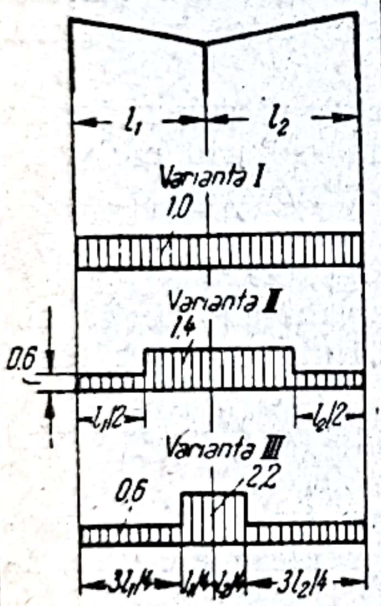
Tabela 7

Valorile coeficienților c_z pentru acțiunea zăpezii

Schema construcției	Coeficientul c_z	Observații
	Pentru $\alpha \leqslant 25°...c_z = 1$ Pentru $\alpha \geqslant 60°...c_z = 0$	Pentru valori α intermediare, se va interpola liniar.
	$c_z = \frac{l}{8f}$	Coeficientul c_z va fi cuprins între limitele 0,4 și 1.
	$c_{1z} = 1{,}5\left(1 + 0{,}6\frac{a}{b_1}\right)$ $c_{2z} = 1{,}5\left(1 + 0{,}4\frac{a}{b_2}\right)$	Coeficientul c_z nu va depăși valorile: $c_{1z} = 4$ pentru ferme și grinzi în cazul greutății acoperișului $\leqslant 150$ kgf/m², $c_{1z} = 2{,}5$ în cazul greutății acoperișului > 150 kgf/m². Coeficientul c_{2z} nu va depăși valorile: $c_{2z} = 2{,}0$ pentru plăcile acoperișului având deschiderea $\leqslant 6$ m, $c_{2z} = 2{,}5$ pentru plăcile acoperișului având deschiderea > 6 m și pentru pane, independent de deschidere.

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 7 (continuare)

Schema construcției	Coeficientul c_z	Observații
	pentru $\alpha < 20°$ pentru $\alpha = 20°...35°$ pentru $\alpha > 35°$	Se consideră varianta I Se consideră ambele variante I și II Se consideră toate variantele.
		
		La acoperișuri curbe se consideră variantele I și II Varianta a III se va lua în considerare numai dacă $\frac{f}{l} > \frac{1}{6}$

5.1.8. La acoperișurile unde este posibilă căderea zăpezii de pe un acoperiș pe altul, pentru acoperișul inferior se va evalua de la caz la caz un spor al încărcării dat de zăpada care cade.

5.1.9. La acoperișurile cu două pante se admite atît ipoteza încărcării pe toată suprafața, precum și ipoteza încărcării nesimetrice. Nu se recomandă ipoteza încărcărilor pe porțiuni de pantă.

Scanned with OKEN Scanner

5.1.10. La acoperişurile terasă nu se adaugă efectul încărcării date de zăpadă la efectul încărcării utile, însă se ia în considerare încărcarea care dă efectul cel mai defavorabil.

5.2. ÎNCĂRCAREA DATORITĂ VÎNTULUI

5.2.1. Din punctul de vedere al acţiunii vîntului, construcţiile se clasifică în două categorii :

— construcţii obişnuite ;

— construcţii zvelte.

Pentru construcţiile obişnuite acţiunea vîntului se consideră ca o încărcare statică.

Pentru construcţii zvelte de tipul turnurilor, coşurilor de fum etc. (care au perioada proprie fundamentală mai mare sau egală cu 0,25 s), se consideră şi efectele dinamice datorite rafalelor vîntului şi scurgerii alternative a vîrtejurilor de o parte şi de alta a construcţiei.

5.2.2. Pentru calculul construcţiilor la acţiunea vîntului se consideră că direcţia curentului de aer este în general orizontală.

Pentru cazuri speciale, cînd panta terenului este mai mare de 30% pe o distanţă de minimum 100 m în jurul construcţiei, se poate lua în considerare direcţia vîntului paralelă cu suprafaţa terenului.

Direcţia vîntului se va considera în general :

— aceeaşi cu direcţiile axelor principale de inerţie ale clădirii, perpendiculare pe suprafeţele bătute de vînt (cînd nu există axe de simetrie) ;

— aceeaşi cu direcţiile axelor de simetrie ale suprafeţei geometrice acoperite de clădire.

În cazuri speciale (de exemplu turnuri pe stîlpi prismatici din zăbreluţe) direcţia vîntului este necesar a se considera orientată şi după diagonală.

5.2.3. Încărcarea normată dată de vînt se ia în consideraţie sub forma :

— presiunii sau sucţiunii distribuite aplicate pe suprafeţele bătute de vînt, p_v^n (pentru calculul elementelor de construcţie supuse direct presiunii vîntului) ;

— rezultantei presiunilor pe întreaga construcţie sau pe unitatea de lungime a construcţiei, P_v^n (pentru calculul construcţiei în ansamblu) ;

— forţei tangenţiale aplicate suprafeţelor întinse de acoperiş p_f^n.

Scanned with OKEN Scanner

Presiunile și sucțiunile se repartizează, schematic, conform figurilor 1 și 2 (exemplificativ). Pentru calcul, presiunile sau sucțiunile se admit cu valori acoperitoare constante, pe aceeași suprafață a clădirilor.

Valoarea presiunii sau sucțiunii este funcție de forma construcției, de dimensiunile ei, de situația accidentelor terenului, de gradul de adăpostire, de viteza vîntului și de greutatea specifică a aerului.

Presiunea (sau sucțiunea) normată a vîntului, p_v^n, se determină cu formula

$$p_v^n = \beta\, c\, g_v, \quad (\text{kgf/m}^2)$$

în care : β este coeficientul dinamic (v. 5.2.8) ;
c — coeficientul aerodinamic (v. 5.2.6) ;
g_v — presiunea dinamică de bază a vîntului (kgf/m²).

Valoarea normată a rezultantei presiunilor și sucțiunilor, P_v^n se determină cu formula :

$$P_v^n = \beta\, c_t\, A\, g_v,$$

c_t este coeficientul aerodinamic al rezultantei presiunilor (v. 5.2.7) ;
A — proiecția pe planul normal la direcția vîntului, a suprafeței construcției limitată de contur.

Valoarea normată a forței tangențiale p_f^n se determină cu formula :

$$p_f^n = \beta\, c_f\, g_v,$$

în care : c_f este coeficientul de frecare, a cărui valoare este funcție de natura suprafeței, și se ia în mod acoperitor egal cu 0,025.

5.2.4. Încărcarea de calcul se determină prin înmulțirea încărcării normate cu coeficientul de supraîncărcare.

Valorile coeficientului de supraîncărcare n se vor lua egale cu :

1,2 pentru construcții obișnuite ;
1,3 pentru construcții zvelte.

Pentru construcții zvelte deosebit de importante coeficientul de supraîncărcare poate fi luat și mai mare decît 1,3 pe baza unei justificări corespunzătoare.

5.2.5. a. Valorile presiunii dinamice de bază pentru diferitele regiuni ale țării sînt indicate în harta anexă IV (cu excepția zonelor menționate la punctele 5.2.5 c și 5.2.5 d).

Scanned with OKEN Scanner

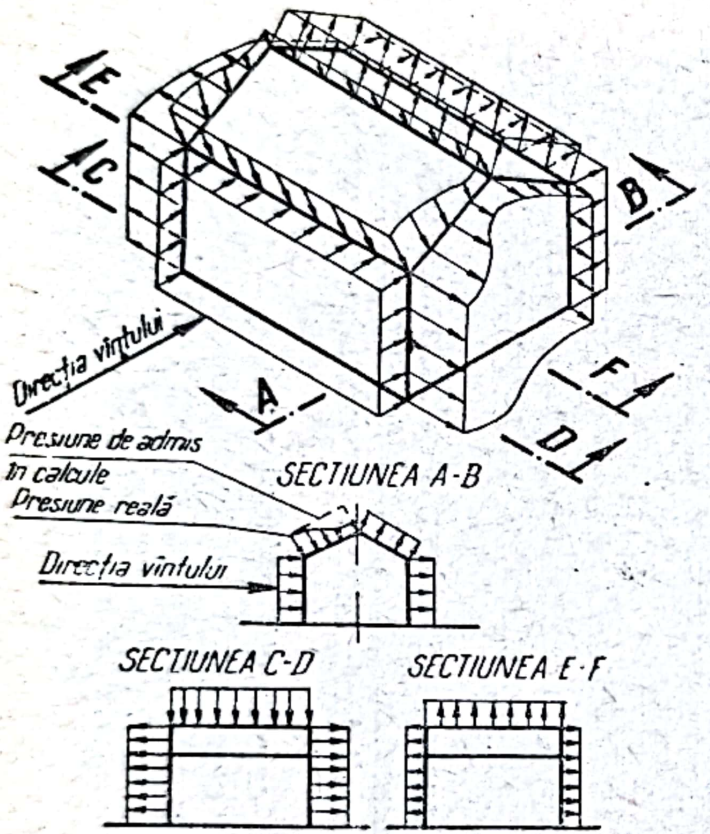


Fig. 1. Reprezentarea schematică a presiunilor și sucțiunilor produse de vîntul care acționează transversal clădirii.

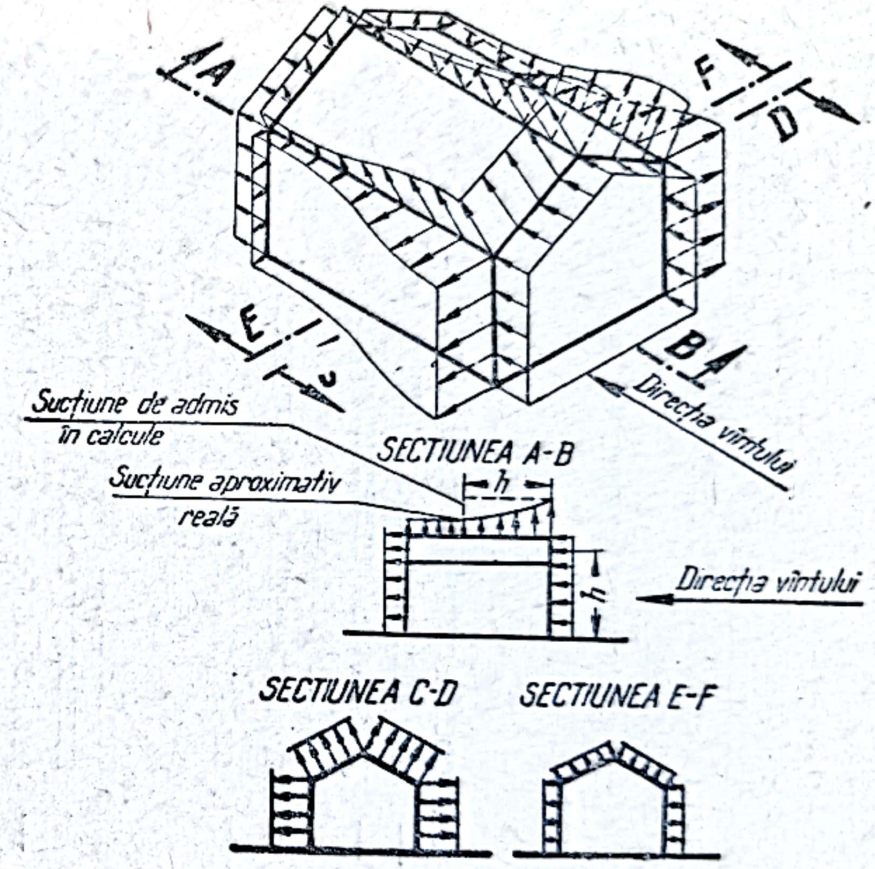


Fig. 2. Reprezentarea schematică a presiunilor și sucțiunilor produse de vîntul care acționează în lungul clădirii.

Valorile presiunii dinamice din această hartă se aplică în locuri expuse, neadăpostite.

b. În calculul construcţiilor se poate ţine seamă de adăpostul pe care îl oferă clădirile sau alte obstacole permanente din imediata apropiere (de felul celor care există în interiorul suprafeţelor clădite din oraşe). Influenţa adăpostirii se ia în consideraţie, pînă la nivelul la care nu depăşeşte înălţimea medie a obstacolelor permanente, dacă distanţa de la aceste obstacole la construcţie nu este mai mare decît de 3 ori înălţimea medie considerată. Se recomandă ca înălţimea adăpostită să nu se ia mai mare decît $h/2$, în care h este înălţimea feţei verticale bătute de vînt. Înălţimea h se măsoară după caz de la streaşină, de la partea de sus a parapetului, de la coama mansardei (pentru pante de acoperiş mansardă mai mari decît 70°) sau înălţimea medie a calcanului. Pentru zone adăpostite, oricare ar fi direcţia vîntului, presiunea dinamică de bază se reduce cu 25%.

Observaţii:

— Pentru sucţiuni nu se ţine seama de efectul adăpostirii.

— Pentru construcţiile şi clădirile aşezate pe bulevarde largi, în pieţe şi în general la colţurile străzilor sau în alte locuri unde se poate produce accelerarea curentului de aer, nu se ia în considerare efectul adăpostirii.

c. Pentru regiunea de litoral, pe o lăţime de 20 km şi pentru punctele deosebit de expuse vîntului, presiunile dinamice de bază arătate în harta anexă IV şi în tabela 8 se majorează cu 40%. Pentru construcţiile situate în aceste puncte, presiunea dinamică de bază luată în consideraţie va fi aceea care corespunde celui mai înalt punct al clădirii.

d. În funcţie de condiţiile locale, precum şi pentru regiunile muntoase, văi, vîrfuri etc. unde se presupune că valorile din hartă nu sînt suficiente, stabilirea presiunii dinamice de bază se face pe baza cercetărilor privind viteza vîntului.

Tabela 8

Valorile presiunii dinamice de bază în funcţie de înălţimea deasupra solului

Înălţimea deasupra solului m	La presiunea dinamică de bază la sol de:	
	50 kgf/m²	70 kgf/m²
⩽ 10	50	70
30	65	85
50	82	105
75	99	128
100	112	142
125	125	155
⩾150	140	170

Scanned with OKEN Scanner

e. În funcţie de viteza vîntului, presiunea dinamică de bază este dată de formula

$$g_v = \frac{v^2}{16}, \text{ [kgf/m}^2\text{]}$$

unde v este viteza maximă a vîntului, depăşită în medie odată la 5 ani, exprimată în m/s.

Observaţie :

Valorile rezultate pe baza aplicării formulei de mai sus nu se vor lua mai mici de 50 kgf/m^2.

f. Valorile presiunii dinamice de bază în funcţie de înălţimea construcţiei şi de presiunea dinamică de bază la nivelul solului se iau din tabela 8.

Pentru construcţii pînă la 75 m înălţime, presiunea dinamică de bază luată în consideraţie, va fi aceea care corespunde celui mai înalt punct al clădirii. Pentru înălţimi peste 75 m, presiunea dinamică de bază se va considera constantă în trepte de cîte 25 m, conform indicaţiilor din tabela 8. Pentru valorile intermediare se interpolează liniar.

5.2.6. a. Valorile coeficientului aerodinamic c pentru diferite scheme de construcţie, se iau conform tabelei 9.

b. La stabilirea încărcării date de vînt se pot folosi şi alţi coeficienţi aerodinamici decît cei indicaţi în tabela 9, dacă valoarea acestora este justificată pe baza unor studii corespunzătoare.

5.2.7. Valorile coeficientului aerodinamic c_t pentru diferite tipuri de construcţie, se vor lua conform tabelei 10.

5.2.8. Coeficientul dinamic β se ia

— pentru construcţii obişnuite . . . $\beta = 1$;
— pentru construcţii zvelte . . . . . $\beta = 1 + \xi r$,

unde : ξ este coeficientul dinamic, care depinde de perioada proprie fundamentală a construcţiilor T_1, şi de decrementul logaritmic al vibraţiilor libere δ, şi se determină pe baza graficului din fig. 3 ;

r — coeficientul de rafală al presiunii dinamice de bază, care este dat de tabela 11.

Scanned with OKEN Scanner

Valorile coeficientului aerodinamic c

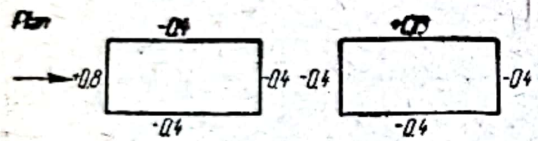
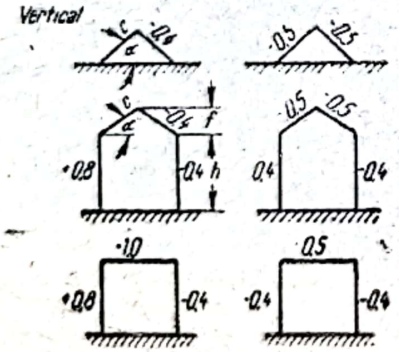
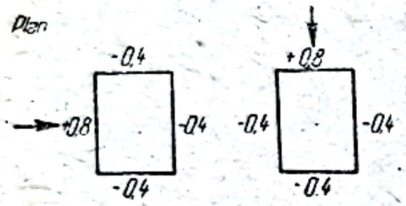
Schema construcției	Coeficientul aerodinamic c	Observații
A. Clădiri închise  1) 2)  	1) $c = 0{,}8 \sin \alpha$ 2) pentru $\frac{h}{f} \geqslant 1$ $c = [1{,}2 \sin \alpha - 0{,}4]$ pentru $\frac{h}{f} < 1$ $c = 0{,}8 \sin \alpha$	

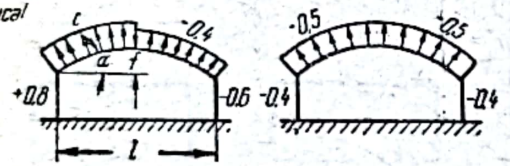
Tabela 9 (continuare)

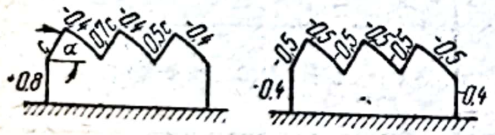
Schema construcției	Coeficientul aerodinamic c	Observații

Plan



Vertical





$$\frac{f}{l} \leqslant 0{,}3$$

$\frac{f}{l}$	c
0,10	— 0,7
0,15	— 0,8
0,20	— 0,7
0,25	— 0,6
0,30	— 0,5

pentru $\frac{f}{l} > 0{,}3$

α	c
0	— 1,0
25°	— 0,5
40°	0
70°	+ 0,8

Scanned with OKEN Scanner

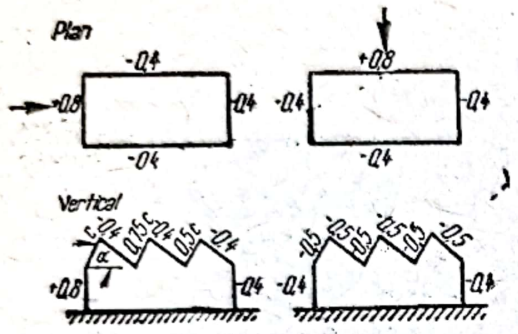
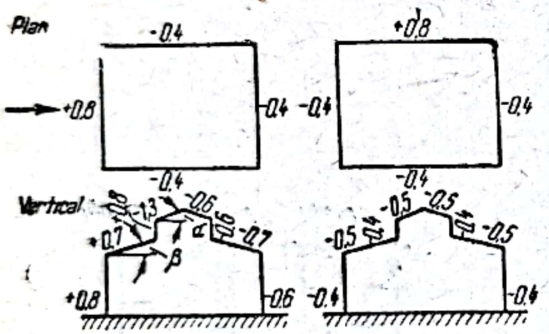
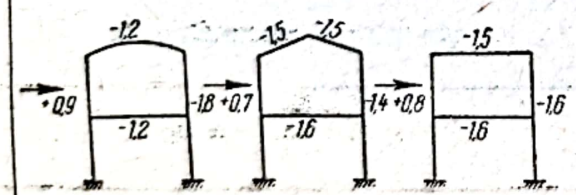
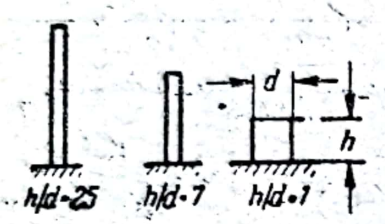
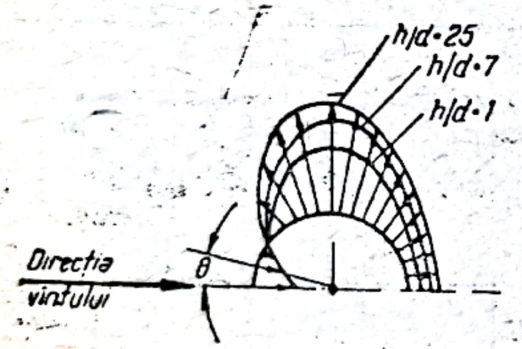
	$c = [1{,}2 \sin \alpha - 0{,}4]$	
	$c = [1{,}2 \sin \alpha - 0{,}4]$ Pentru α, $\beta \leqslant 15°$	
		

Tabela 9 (continuare)

Schema construcției	Coeficientul aerodinamic c	Observații
a) suprafața cilindrică		





Valorile lui c				
ϑ	suprafața			
	cilindrică			sferică
	$h/d = 25$	$h/d = 7$	$h/d = 1$	
0	+ 1 0	+ 10	+ 10	+ 1,0
15°	+ 0,8	+ 0,8	+ 0.8	+ 0,9
30°	+ 0,1	+ 0,1	+ 0,1	+ 0,6
45°	− 0,9	− 0,8	− 0,7	− 0,1
60°	− 1,9	− 1,7	− 1,2	− 0,7
75°	− 2,5	− 2,2	− 1,7	− 1,1

Distribuția presiunii vîntului pe suprafață este dată în tabelă, cu condiția ca numărul lui Reynolds

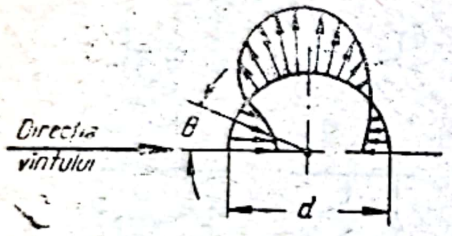
$Re > 4 \times 10^5$.

$$Re = \frac{vd}{\nu}$$

unde — v este viteza vîntului în m/sec.
d — diametrul în metri
ν — viscozitatea cinematică a aerului;

Scanned with OKEN Scanner

b) suprafața sferică



90°	— 2,6	— 2,2	— 1,7	— 1,2
105°	— 1,9	— 1 7	— 1,2	— 1,0
120°	— 0,9	— 0,8	— 0,7	— 0,6
135°	— 0,7	— 0,6	— 0,5	— 0,2
150°	— 0,6	— 0,5	— 0,4	+ 0,1
165°	— 0,6	— 0,5	— 0,4	+ 0.3
180°	— 0,6	— 0,5	— 0,4	+ 0,4

Pentru calculul static valorile lui c date în tabelă, vor putea fi exprimate sub forma unui polinom trigonometric de argument θ

pentru $t = 15°C$ și presiunea atmosferică 760 mm Hg.
$\nu = 0{,}145 \times 10^{-4}$ m²/s.

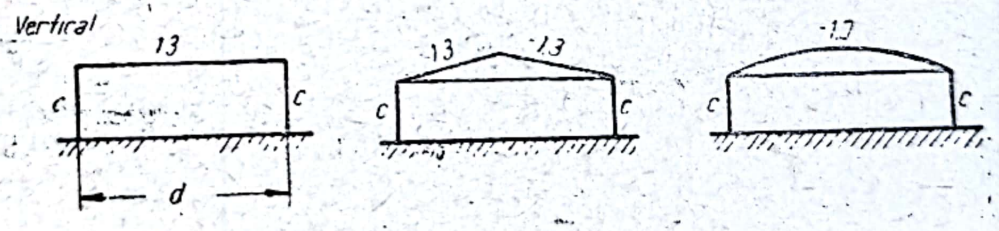
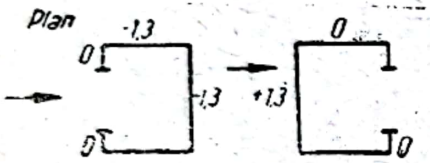
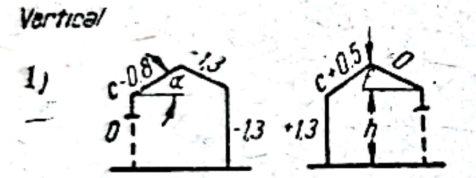


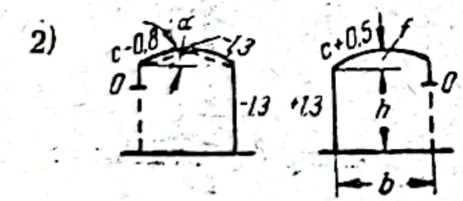
Tabela 9 (continuare)

Schema construcției	Coeficientul aerodinamic c	Observații

B. Construcții parțial deschise.
Cu un perete longitudinal deschis







1) Pentru
$h/f \geqslant 1$
$c = (1{,}2 \sin \alpha - 0{,}4)$
Pentru
$h/f < 1$
$c = 0{,}8 \sin \alpha$

2) pentru $f/b \leqslant 0{,}3$

f/b	c
0,10	— 0,7
0,15	— 0,8
0,20	— 0,7
0,25	— 0,6
0,30	— 0,5

pentru $f/b > 0{,}3$	
α	c
0°	— 1,0
25°	— 0,5
40°	— 0,00
70°	+ 0,8

Scanned with OKEN Scanner

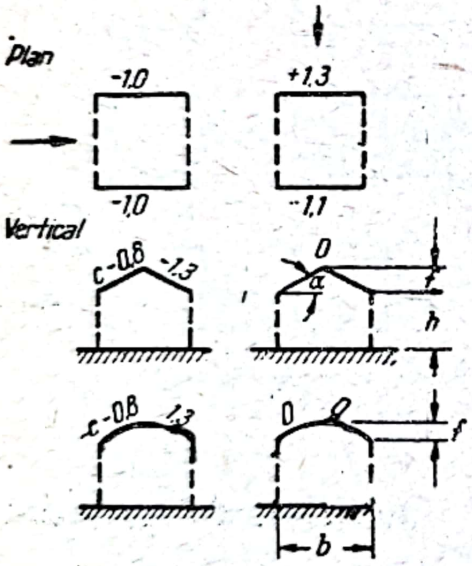
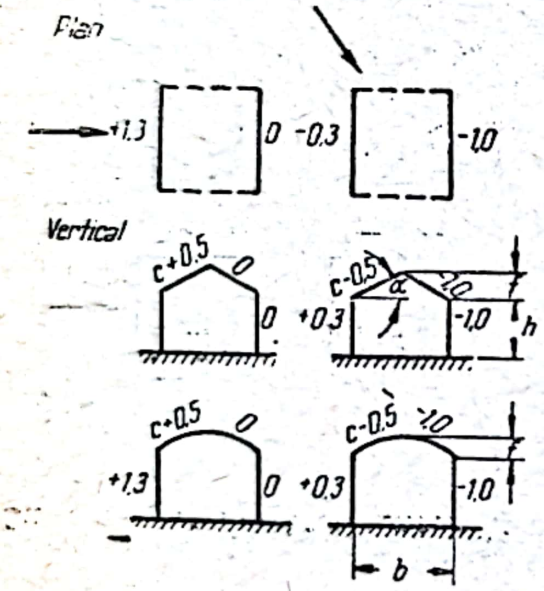
Cu doi pereți longitudinali deschiși  	Valorile se iau ca la construcțiile cu un perete longitudinal deschis	

Tabela 9 (continuare)

Schema construcției	Coeficientul aerodinamic c	Observații
Cu pereții din capete deschiși 	Valorile se iau ca la construcțiile cu un perete longitudinal deschis	

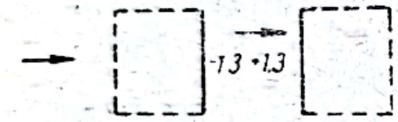
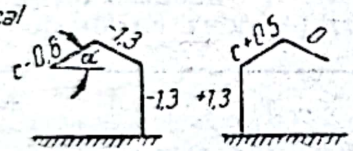
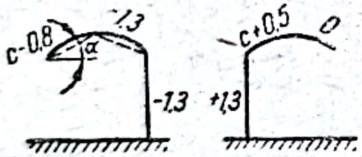
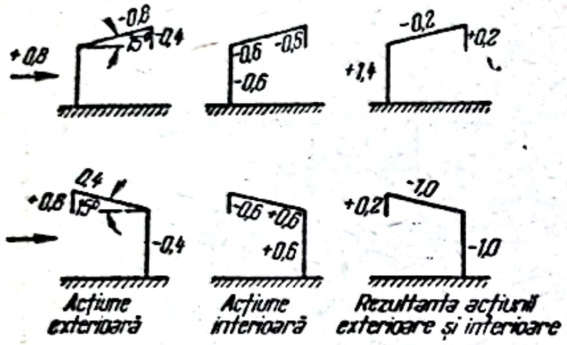
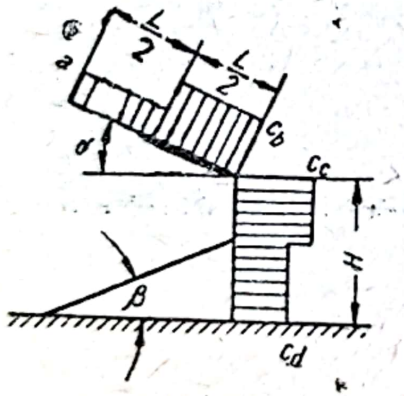
Cu pereţi deschişi în trei părţi *Plan*  *Vertical*   	**Valorile se iau ca la construcţiile cu un perete longitudinal deschis**	

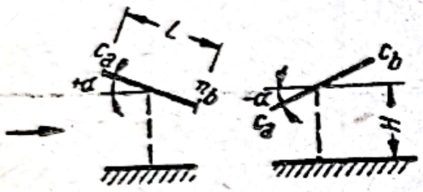
Tabela 9 (continuare)

Schema construcției	Coeficientul aerodinamic c	Observații
	Valorile se iau ca la construcțiile cu un perete longitudinal deschis	
Tribune acoperite, cu raportul H/L de 0,6 ... 0,8 și cu gradene tg ß = 1/2 ... 1/3 	<table><tr><th>α</th><th>c_a</th><th>c_b</th><th>c_c</th><th>c_d</th></tr><tr><td>5°</td><td>— 2,0 — 0,8</td><td>— 2,0 — 1,2</td><td>— 2,0 + 2,7</td><td>— 1,0 + 1,2</td></tr><tr><td>10°</td><td>— 2,1 — 0,8</td><td>— 2,1 — 2,0</td><td>— 2,1 + 2,7</td><td>— 1,1 + 1,2</td></tr><tr><td>15°</td><td>— 2,2 + 0,3</td><td>— 2,2 — 1,6</td><td>— 2,2 + 2,7</td><td>— 1,2 + 1,2</td></tr><tr><td>20°</td><td>— 2,3 + 0,6</td><td>— 2,3 — 1,2</td><td>— 2,3 + 2,7</td><td>— 1,3 + 1,2</td></tr></table>— Valorile din rîndul superior sînt valabile pentru cazul vîntului care bate din față, iar cele din rîndul inferior pentru vîntul care bate din spate. — Pentru valori intermediare se interpolează liniar.	

Scanned with OKEN Scanner

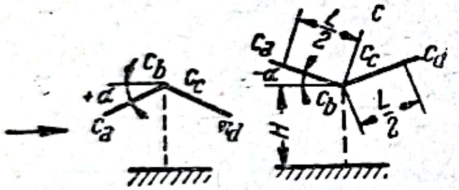
C. Construcții deschise

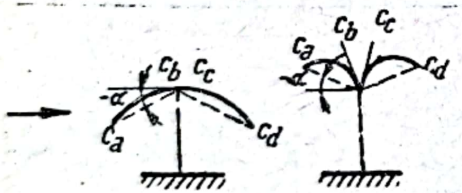
Peroane



α	c_a	c_b
+ 25°	— 2,0	— 0,9
+ 20°	— 1,8	— 0,7
+ 15°	— 1,5	— 0,6
+ 10°	— 1,3	— 0,6
— 10°	+ 1,5	— 0,7
— 15°	+ 1,5	— 0,7
— 20°	+ 1,6	— 0,7
— 25°	+ 1,6	— 0,7

Valorile indicate sînt corespunzătoare pentru $L/H = 0{,}5 \ldots 1{,}0$



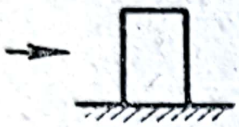
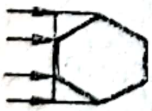


α	c_a	c_b	c_c	c_d
+ 25°	+ 1,6	+ 0,9	— 0,4	— 0,3
+ 20°	+ 1,1	+ 0,2	— 0,4	— 0,6
+ 15°	+ 0,3	— 1,5	— 1,1	— 0,6
+ 10°	+ 0,3	— 1,0	— 1,7	— 0,2
— 10°	— 0,6	+ 1,0	+ 1,2	+ 0,2
— 15°	— 0,8	+ 0,8	+ 1,2	+ 0,2
— 20°	— 1,6	— 0,0	+ 0,1	+ 0,2
— 25°	— 2,0	— 0,4	— 0,6	— 0,3

Valorile indicate sînt corespunzătoare pentru $L/H = 0{,}5 \ldots 1{,}0$. La acest tip de acoperiș se vor face și ipotezele că direcția vîntului poate varia cu $\pm$ 15° față de orizontală

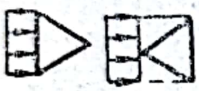
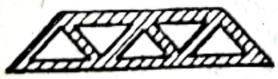
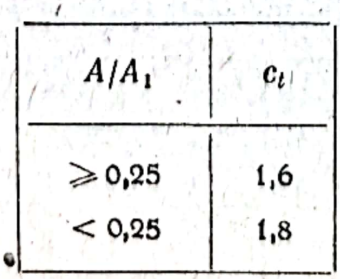
Tabela 10

Valorile coeficientului aerodinamic c_t

Schema construcției	Coeficientul aerodinamic al rezultantei presiunilor c_t	Observații
Construcții închise cu ziduri pline 	Pentru construcții obișnuite $c_t = +1{,}2$; Pentru construcții în formă de turn $c_t = +1{,}6$	Pentru construcții înclinate cu un unghi mai mic decît 10° nu se ține seamă de înclinare
Cilindru	pentru : $d\sqrt{g_v} \geqslant 1$ $c_t = +0{,}7$ pentru : $d\sqrt{g_v} < 1$ $c_t = +1{,}2$	d, în m g_v, în kgf/m²
Sferă	pentru : $d\sqrt{g_v} \geqslant 1$ $c_t = +0{,}35$ pentru : $d\sqrt{g_v} < 1$ $c_t = +0{,}6$	d, în m g_v, în kgf/m²
	$c_t = +0{,}9$	
	$c_t = +1{,}0$	
	$c_t = +1{,}1$	

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 10 (continuare)

Schema construcției	Coeficientul aerodinamic al rezultantei presiunilor c_t	Observații
Pereții sprijiniți liber pe pămînt și steaguri cu pînza fixată pe stîlpi	Dacă înălțimea este mai mare de 5 ori lățimea: $c_t = +1{,}6$ Dacă înălțimea este mai mică decît 5 ori lățimea: $c_t = +1{,}2$	Pentru steagurile cu pînza liberă se consideră 25% din suprafața pînzei
Construcții zvelte cu pereții permeabili pentru vînt (antene, turnuri, catarge etc.)		Se consideră pentru o suprafață a plinurilor mai mare decît 0,5 m²
	$c_t = +2{,}8$	
	$c_t = +2{,}8$	
	$c_t = +2{,}4$	
Grinzi cu zăbrele sau cu pereți plini  		A — aria plinurilor unei grinzi cu zăbrele (se consideră pentru valori mai mari decît 0,5 m²). A_1 — aria totală a grinzii delimitată de contur

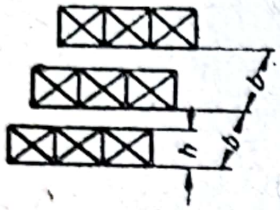
A/A_1	c_t
$\geqslant 0{,}25$	1,6
$< 0{,}25$	1,8

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 10 (continuare)

Schema construcției	Coeficientul aerodinamic al rezultantei presiunilor c_t	Observații

Grinzi cu zăbrele așezate în spațiu, succesiv



Grinda	A/A_1	c_t
Prima	$\geqslant 0,25$	1,6
	$< 0,25$	1,8
A doua și următoarele	$\geqslant 0,25$	$1,6\psi$
	$< 0,25$	$1,8\psi$

A/A_1	ψ pentru b/h				
	1	2	3	4	5
0,1	0,95	0.98	0,99	1,00	1,00
0,2	0,75	0,82	0.84	0,86	0,88
0,3	0,55	0,65	0.68	0,71	0,74
0.4	0,35	0,48	0 52	0,53	0.60
0,5	0,15	0,30	0,35	0.40	0,45
1,0	0.15	0,30	0,35	0,40	0,45

Pentru valori intermediare se interpolează liniar

Tabela 11

Valorile coeficientului r

Înălțimea în metri pentru care se determină coeficientul pulsației presiunii dinamice de bază	$\leqslant 20$	40	60	80	100··200	200··300	300··400	$\geqslant 400$
Pentru construcții	0,35	0,32	0,28	0,25	0,21	0,18	0,14	0,10
Pentru conducte și cabluri	0,25	0,22	0,20	0,18	0,15	0,12	0,10	0,08

Scanned with OKEN Scanner

Pentru determinarea forţelor aplicate la reazeme de către tuburi şi cabluri se va considera numai acţiunea statică a vîntului (coeficientul ξ se ia egal cu unitatea). Coeficientul β se va determina cu formula

$$\beta = 1 + \alpha r,$$

unde coeficientul α, care introduce efectul nesimultaneităţii rafalelor, se ia egal cu :

1,0 pentru . . . . . $l = 150$ m ;
0,8 pentru . . . . . $l = 300$ m ;
0,7 pentru . . . . . $l = 450$ m ;

(între aceste valori, se va interpola liniar).

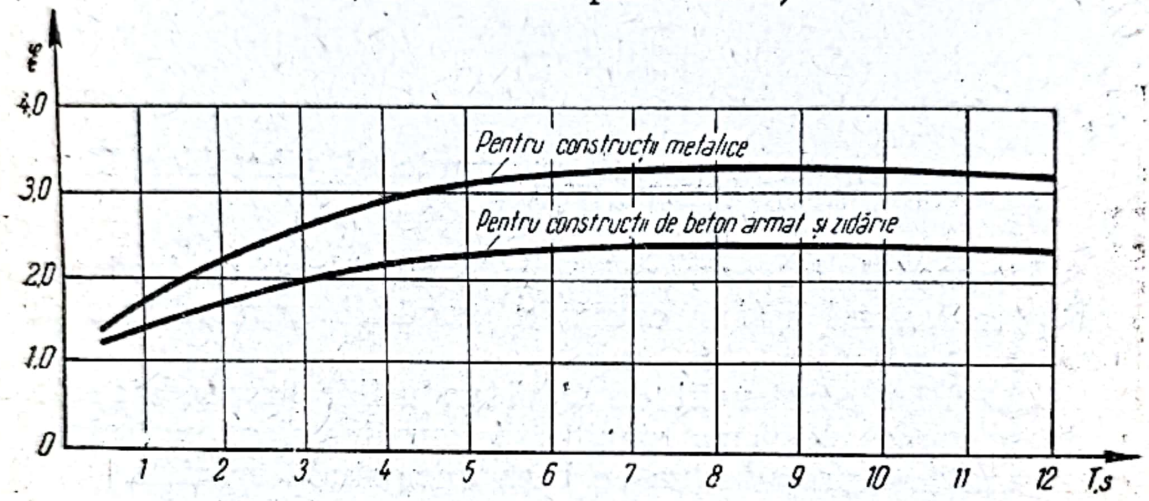


Fig. 3. Graficul coeficienţilor dinamici

5.2.9. În calculul construcţiilor zvelte trebuie considerate de asemenea forţele periodice aplicate normal pe direcţia vîntului de vîrtejurile alternante produse prin scurgerea aerului în jurul construcţiei.

Frecvenţa vîrtejurilor ν (pentru construcţii cu secţiunea rotundă) este dată de relaţia :

$$\nu = 0{,}2\,\frac{v}{d};$$

în care d este lăţimea construcţiei.

În cazul în care frecvenţa vîrtejurilor coincide cu frecvenţa proprie a construcţiei (exprimată în perioade pe secundă), se produce fenomenul de rezonanţă.

Amplitudinea forţelor periodice F_k aplicate construcţiei, la rezonanţă, de către vîrtejuri este dată de relaţia

$$F_k = \frac{v_{cr}^2}{64} A;$$

în care : A este aria pe care se aplică forţa :

v_{cr} — viteza critică a vîntului, care produce rezonanța :

$$v_{cr} = 5\, d\, \upsilon_1 \text{ iar}$$

υ_1 — frecvența proprie fundamentală a construcției.

Forța statică convențională F_s pentru acțiunea vîrtejurilor se ia conform relației :

$$F_s = \beta_1 F_k ;$$

în care : β_1 este factorul de amplificare dinamică dat de relația :

$$\beta_1 = \frac{\pi}{\delta}$$

iar

δ — decrementul logaritmic al vibrațiilor libere ale construcției.

Fenomenul de rezonanță trebuie considerat ca *încărcare accidentală*, fiind luat în calcul în grupările extraordinare de încărcări.

5.2.10. La construcții de tipul podurilor suspendate etc. unde se pune problema stabilității aerodinamice, încărcările corespunzătoare se vor lua pe baza unor studii speciale.

5.2.11. La construcțiile cu deschideri mari (hale, hangare) se va ține seama de presiunea sau de sucțiunea interioară datorită vîntului, repartizată pe toate fețele.

a. Pentru pereți și acoperișuri cu permeabilitate normală, valoarea presiunii sau sucțiunii interioare se va lua $+0{,}2\ g_v$.

b. Pentru pereți și acoperișuri cu goluri mai mari de 15% din suprafața respectivă, se va lua presiunea sau sucțiunea interioară $+0{,}5\ g_v$.

Se vor considera presiuni (+) pe fețele perpendiculare pe direcția vîntului de pătrundere prin deschideri, iar sucțiunile (—) pe fețele paralele cu direcția vîntului.

c. Presiunea sau sucțiunea efectivă de calcul este dată de rezultanta presiunilor sau sucțiunilor externe și interne conform figurii 4.

5.2.12. Pentru construcții speciale, cu forme speciale, pentru care încărcarea dată de vînt are o deosebită importanță la dimensionare, se recomandă ca valoarea coeficienților și repartiția presiunilor să se obțină prin încercări în tunelul aerodinamic.

5.2.13. Pierderile acoperișurilor la streașină, coama, vîrful coloanelor sau colțurile clădirii se vor calcula la o sucțiune

Scanned with OKEN Scanner

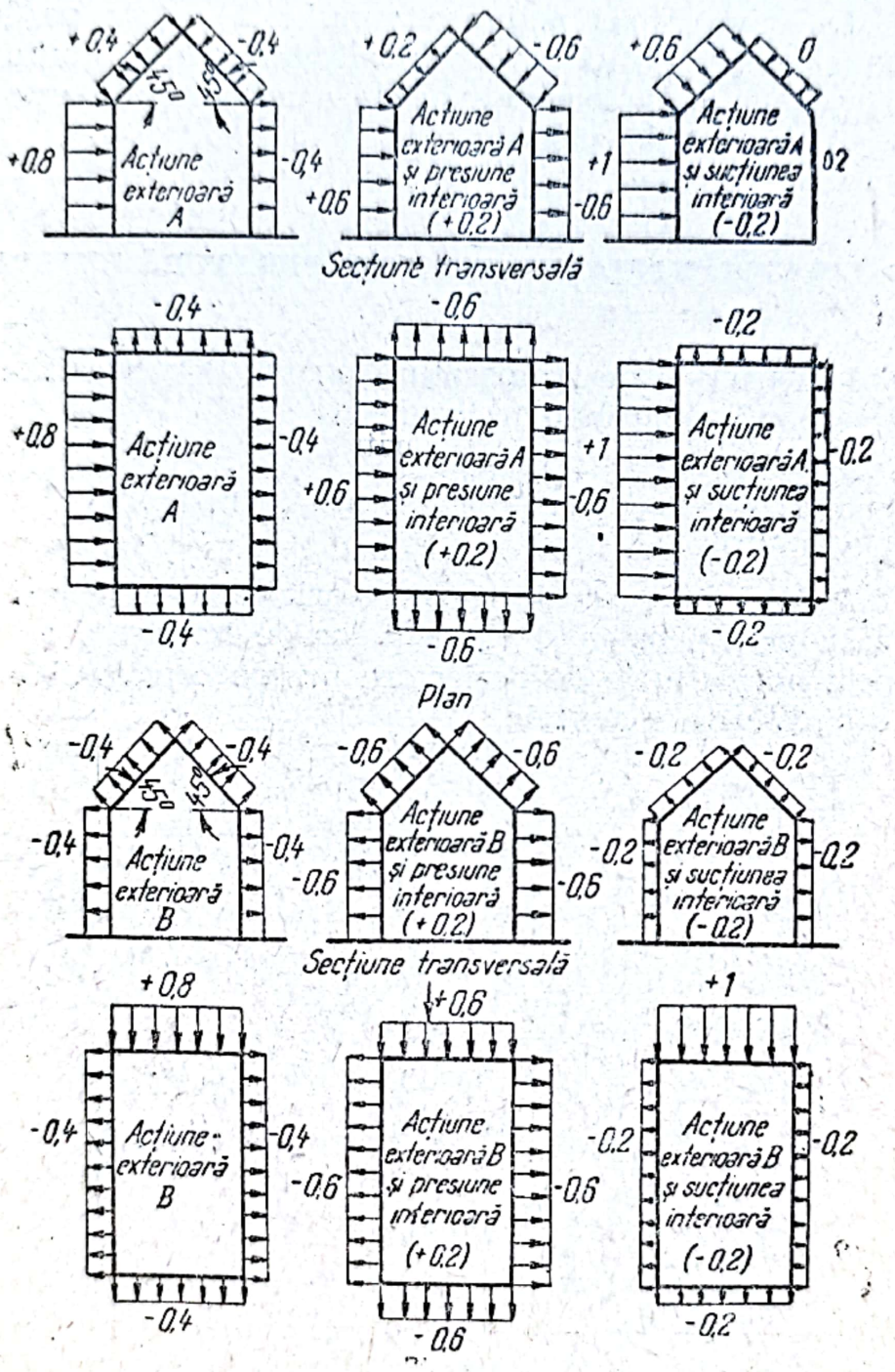


Fig. 4. Presiunea sau sucțiunea efectivă de calcul, dată de rezultanta presiunilor sau sucțiunilor, interne și externe.

Scanned with OKEN Scanner

de 2 g, aplicată pe porțiuni de acoperiș cu o lățime de 0,50 m de o parte și de alta a muchiei respective.

5.2.14. Încărcarea dată de vînt și zăpadă se va putea considera acționînd simultan la acoperișuri cu pante pînă la 40°. La pante mari acțiunea simultană nu se va lua în considerare decît atunci cînd prin alăturarea mai multor acoperișuri sau datorită formei speciale a acoperișului este posibilă o aglomerare de zăpadă.

5.3. EFECTUL VARIAȚIILOR DE TEMPERATURĂ EXTERIOARĂ

5.3.1. Variațiile de temperatură pentru țara noastră se vor considera conform următoarelor limite :

— pentru construcții metalice . . . . . +40 ...—30°C ;
— pentru construcții de zidărie, beton și beton armat . . . . . : +30 ....—20°C.

5.3.2. Modul de considerare a variațiilor de temperatură exterioară pentru calculul elementelor de rezistență se stabilește prin normativele de proiectare pentru construcțiile alcătuite din diferite materiale.

Scanned with OKEN Scanner

Greutăţi tehnice pentru diverse materiale de construcţie şi alte produse, în kgf/m³

A. Piatră de construcţie în blocuri

Roci eruptive

	kgf/m³
Andezit, granit, porfir, sienit	2 800
Bazalt, diorit	2 900
Tufuri vulcanice	2 000

Roci sedimentare

Calcar compact şi cristalin (marmoră)	2 800
Calcar poros cochilifer	2 300
Gresie calcaroasă	2 600
Gresie silicioasă	2 600
Travertin	2 400

Roci metamorfice

Ardezie	2 700
Gnais	2 700

B. Lemn de construcţie

Foioase (fag, gorun, salcîm, stejar)	
— uscat	800
— umed sau împregnat	1 000
Răşinoase (brad, larice, molid, pin)	
— uscat	600
— umed sau împregnat	800

Scanned with OKEN Scanner

C. Metale

Alamă	8 600
Aluminiu	2 750
Bronz	8 600
Cositor	7 400
Cupru laminat	8 900
Duraluminiu	2 800
Fontă	7 250
Oţel	7 850
Plumb	11 400
Zinc laminat	7 200
Zinc turnat	6 900

D. Plăci de perete şi pardoseală

Plăci de ipsos cu zgură (scagliola)	1 200
Plăci de talaş sau rumeguş de lemn aglomerat cu ciment	500—800
Plăci de plută aglomerată cu bitum	400
Plăci de plută expandată pentru izolări	200
Plăci de ipsos	1 200
Plăci celulare de lemn (STAS 1624-50) de diferite grosimi	200
Plăci de azbest de diferite grcsimi	1 200
Plăci de xilolit de diferite grosimi	1 600
Plăci aglomerate de lemn (PAL)	1 100
Linoleum	1 170
Saltele de vată minerală comprimată cu 0,2 kgf/cm^2	250
Saltele de pîslă minerală aglomerată cu bitum	320

E. Mortare

Mortar de ciment întărit	2 200
Mortar de ciment proaspăt	2 300
Mortar de ciment-var întărit	2 000
Mortar de ciment-var proaspăt	2 100
Mortar de var întărit	1 800
Mortar de var proaspăt	2 000
Mortar de ipsos întărit	1 800
Mortar de ipsos proaspăt	2 000
Mortar de argilă întărit	2 000
Mortar de argilă proaspăt	2 200

F. Betoane (valorile date se înţeleg pentru betonul în stare uscată, pentru betonul în stare proaspătă se adaugă 150 kgf/m^3)

Beton armat, inclusiv armătura	2 400
Beton armat vibrat, inclusiv armătura	2 600
Beton simplu	2 200

Scanned with OKEN Scanner

Beton simplu vibrat	2 400
Beton celular de izolaţie termică	600
Beton celular de rezistenţă	800
Beton celular cu nisip nemăcinat	1 300
Beton macroporos cu pietriş sau piatră spartă	1 800
Beton macroporos cu deşeuri ceramice :	
— de izolaţie termică	1 300
— de izolaţie termică şi rezistenţă	1 800
Beton cu zgură de cărbune sau cu tufuri vulcanice :	
— de izolaţie termică	1 500
— de izolaţie termică şi rezistenţă	1 700
Beton cu granulit :	
— de izolaţie termică şi umplutură cu rezistenţă minimă 10 kgf/cm²	550
— de izolaţie termică şi umplutură cu rezistenţă minimă 10—25 kgf/cm²	900
— de izolaţie termică şi rezistenţă	1 200
— de rezistenţă (armat)	1 600
Beton cu argilă expandată în cuptoare de cîmp sau cu diatomit de Pătîrlagele :	
— de izolaţie termică	1 150
— de izolaţie termică şi rezistenţă	1 500
Beton asfaltic	2 200

G. Zidării

Zidărie de cărămizi pline din argilă arsă clasa C_3	1 800
Zidărie de cărămizi tip GVP cu 15% goluri, clasa C_2	1 600
Zidărie de cărămizi şi blocuri ceramice tip GVP cu 30% goluri clasa C_1	1 400
Zidărie de blocuri mici tip Krestianin, din beton cu agregate uşoare	1 350
Zidărie de blocuri mici din beton celular autoclavizat	800

H. Diverse materiale de construcţie

Cărămizi de bazalt artificial (klincher)	1 900
Cărămizi găurite clasa II	1 500
Cărămizi găurite clasa I	1 300
Cărămizi pline stivuite	1 800
Cărămizi refractare stivuite	1 900
Cărămizi de zgură de cărbune, stivuite	1 200
Cărămizi de zgură de furnal, stivuite	1 800
Cărămizi uşoare de zgură de furnal spumoasă, stivuite	800
Cherestea de brad fasonată în stive	400
Ciment în saci	1 500
Ciment vărsat afînat	1 250
Ciment îndesat în silóz	1 600
Ipsos de modelaj în siloz	1 100
Ipsos de modelaj în saci	1 000
Ipsos pentru pardoseli îndesat	1 300

Scanned with OKEN Scanner

Ipsos pentru pardoseli în saci	1 100
Moloz cu fărămituri de cărămidă (alicărie)	1 200
Nisip uscat	1 400
Pământ uscat pentru umplutură	1 600
Pământ umed	1 800
Pavele, calupuri în grămadă	1 800
Piatră brută și bolovani în grămadă	1 700
Piatră de mozaic și savură vărsată	1 200
Piatră de mozaic și savură în saci	1 300
Piatră spartă (concasată)	1 500
Pietriș uscat	1 800
Pietriș umed	2 000
Plăci ceramice, faianță și geamuri ambalate	1 100
Plăci de țiglă geamuri	2 600
Praf de piatră vărsat afînat	1 200
Praf de piatră vărsat în saci	1 300
Produse de cauciuc	1 300
Sgură de furnal cristalizată	1 500
Sgură de furnal granulată	1 100
Sgură obișnuită de cărbune	1 200
Sgură spumoasă, fără conținut de material topit, cenușe de sgură	600
Tras măcinat, în vrac	650
Tras măcinat, în stare îndesată	850
Tras măcinat, în saci	750
Var hidraulic vărsat	1 200
Var în pastă	1 400
Var nestins în bulgări	1 000
Var stins în praf îndesat	800
Var stins în praf, în saci	700
Vată de sticlă	100

I. Combustibil

Antracit în stare brută cu umiditate de îmbibare	1 300
Antracit în bulgări	1 000
Antracit în praf afînat	1 100
Antrácit în praf în siloz	1 200
Benzină și petrol lampant	800
Brichete stivuite	1 250
Cărbune brun în bulgări	850
Cărbune brun în praf afînat	900
Cărbune brun în praf în siloz	1 000
Cărbune de lemn (mangal)	300
Cocs (mineral)	500
Huilă în bulgări	1 000
Huilă în praf afînată	800
Huilă în praf, în siloz	1 000
Huilă în stare brută cu umiditate de îmbibare	900
Lemne de foc în grămadă	400
Lignit în bulgări	800
Lignit în praf afînat	900
Lignit în praf în siloz	1 000

Scanned with OKEN Scanner

Lignit în stare brută cu umiditate de îmbibare	800
Motorină, păcură, țiței, uleiuri minerale	1 000
Rumeguș de lemn	200
Strunjitură de lemn și talaj, afînată	150
Strunjitură de lemn și talaj, presată în pachete	250
Turtă tăiată și uscată	500

J. Produse agricole și alimentare

Cartofi, zarzavaturi rădăcinoase	750
Ceapă și usturoi	540
Cereale, leguminoase, semințe de in, de trifoi și altele	750
Conserve (pește în butoaie)	800
Făină în saci	600
Făină, mălai, tărîțe vărsate	600
Fîn nepresat (pînă la circa 3 m înălțime)	150
Fîn presat	250
Fructe	400
Grăsime, unt, ambalate	900
Hamei în saci	400
Iarbă și trifoi	350
In în baloturi presate	400
Malț încolțit	200
Nutreț verde conservat	1 000
Ouă în lăzi	250
Paie și pleavă afînată pînă la circa 3 m înălțime	70
Paie și pleavă presată	250
Porumb și știuleți	450
Sfeclă de zahăr în felii uscate	700
Snopi de cereale grămadă pînă la 4 m (înălțime de încărcare)	700
Snopi de cereale peste 4 m înălțime de încărcare	150
Turte de furaje	1 000
Tutun în legături sau baloturi	400
Uruială	600
Uruială de malț	400
Vin, bere	1 000

K. Diverse materiale

Asfalt turnat	1 100
Blănuri, piei, la sare	900
Blănuri, piei uscate	400
Bumbac presat	700
Carbid	1 000
Cărți și acte stivuite	850
Cauciuc brut	1 000
Deșeuri ceramice	650
Gheață	900
Gumă burete	100
Hîrtie în stive	1 100

Scanned with OKEN Scanner

Îngrăşăminte animale în stare obişnuită	1 200
Îngrăşăminte animale în stare îndesată	1 800
Îngrăşăminte chimice	1 200
Kiselgur	650
Lînă presată în baloturi	300
Lînă presată	300
Minereuri de fier	3 000
Obiecte ceramice în grămezi	500
Pirită	2 700
Plută expandată	150
Postav în baloturi	1 000
Rafturi cu acte şi dulapuri cu conţinutul lor, în registraturi, biblioteci, arhive etc. inclusiv golurile	1 100
Sare rocă	2 200
Sare bulgări	1 300
Sare măcinată	1 200
Sare măcinată, în saci	1 150
Sticlă armată	2 700
Veselă, sticlărie în lăzi	500

Observaţii :

Se recomandă stabilirea greutăţilor tehnice prin determinare directă în următoarele cazuri :

— pentru materiale necuprinse în standarde sau pentru materiale noi ;

— pentru materiale sub stări diferite de cele prevăzute în standarde (îmbibări, impregnări speciale etc.) ;

— pentru lucrări experimentale, lucrări de proporţie excepţională şi lucrări de serie (tipizate sau prefabricate).

Scanned with OKEN Scanner

Valorile pentru unele încărcări permanente în construcţii

Tencuieli

(Greutăţi pentru grosimea de 1 cm)

	kgf/m²
Tencuieli uscate	12
Tencuială obişnuită pe trestie sau şipci (inclusiv şipcile)	20
Tencuieli de mortar de var cu ipsos	17
Tencuieli de mortar de ipsos	12
Tencuieli de mortar de ciment cu tras	21
Grunt cu mortar de ciment pe plasă de rabiţ (inclusiv armătura)	24
Pentru fiecare centimetru grosime în plus, se ia un spor de	21
Grunt cu mortar de ipsos pe plasă de rabiţ (inclusiv armătura)	18
Pentru fiecare centimetru grosime în plus, se ia un spor de	12

Izolaţii

Izolaţii hidrofuge pe suprafeţe orizontale

	kgf/m²
Asfalt (1 cm)	12
Un strat de carton asfaltat simplu	3
Un strat de carton asfaltat între 2 straturi de bitum	16
Strat suport (de egalizare) pentru izolaţii, cu mortar de ciment de grosime 1,5—2 cm	42
Sapă de protecţie pentru hidroizolaţii, hidrofuge şi termice, executate cu mortar de ciment de grosime:	
1,5 cm	31
2,5 cm	53
3,5 cm	74
4,0 cm	84
5,0 cm	105

Scanned with OKEN Scanner

Izolații termice, hidrofuge și fonice, executate cu plăci de plută expandată sub pardoseală și la terase, de grosime

	kgf/m²
1 cm	1,5
2 cm	3
5 cm	7,5

Izolații termice (frigorifice) *și fonice cu plăci de plută de 1 cm*

	kgf/m²
Un strat	4
Două straturi	8

Izolații termice și fonice din plăci de stufit STAS 3010-52 pentru 1 strat

	kgf/m²
Tip A de 35 mm grosime	1,2
Tip A de 50 mm grosime	1,7
Tip B de 50 mm grosime	2,0
Tip B de 75 mm grosime	2,7

Izolații termice și fonice executate cu

	kgf/m²
Pîslă minerală aglomerată cu bitum, de 1 cm	3,2
Vată minerală semirigidă de 1 cm	3,5

Învelitori

Carton

	kgf/m²
Un strat de carton CN 5	2,3
Un strat de carton CH 4 și CP 5	2,1
Un strat de carton CP 4	1,8
Un strat de carton CB 5	1,1
Un strat de carton CB 4	0,88

Tablă neagră

	kgf/m²
0,40 mm grosime	4,17
0,45 mm grosime	4,55
0,50 mm grosime	5,00

Scanned with OKEN Scanner

Tablă ondulată de 1 mm grosime

	kgf/m²
Zincată	11,5
Neagră	11,2
Tablă de zinc	5,8

Tablă zincată

	kgf/m²
0,4 mm grosime	4,55
0,5 mm grosime	5,55

Plăci de asbociment

Plăci plane de 7 mm grosime	15
Plăci ondulate de 10 mm	20

Invelitori ceramice

Țigle solzi (STAS 515-52) de 1,3 kgf/m²	
simplu aşezată	50
dublu aşezată	60
Țigle cu jgheab (STAS 515-52) de 2,4 kgf/m²	38
Olane de acoperiş (STAS 573-49) de 2,3 kgf/m²	120

Diverse

Şindrilă sau şiță	35
Stuf sau trestie	75
Paie	70
Ardezie	45
Astereală de 2,5 cm grosime	20

Pardoseli

	kgf/m²
Scînduri de brad brute sau geluite de 24 mm grosime	11
Dulapi stejar de 50 mm grosime	40
Calupuri de foioase :	
— grosime de 6—8 cm (pentru 1 cm)	4
— grosime de 10—12 cm (pentru 1 cm)	6
Calupuri de răşinoase :	
— grosime de 6—8 cm (pentru 1 cm)	6
— grosime de 10—12 cm (pentru 1 cm)	7
Parchete de stejar de 2,5 cm	20
Parchete de fag de 2,5 cm	20
Beton simplu de 10 cm	220

Scanned with OKEN Scanner

Mozaic turnat obişnuit (pentru 1 cm grosime)	22
Dale mozaicale (pentru 1 cm grosime)	23
Marmoră, plăci de 3 cm	78
Xilolit de 15—18 mm	26

Pereţi despărţitori simpli finisaţi

	kgf/m²
Perete de cărămidă aşezată pe cant	180
Perete din plăci de ipsos cu diverse adaosuri	
— plăci pline	110
— plăci cu goluri	85
Perete de ipsos celular (gletuit pe ambele feţe)	70
Perete din fişii de ipsis cu goluri în fagure (gletuit pe ambele feţe)	70
Perete din plăci de beton cu agregate vegetale (tencuit şi gletuit pe ambele feţe)	100
Perete din panouri simple din PALEX de 5,2 cm (vopsit pe ambele feţe)	25

Scanned with OKEN Scanner

COMITETUL DE STAT PENTRU CONSTRUCȚII,
ARHITECTURĂ ȘI SISTEMATIZARE
C.S.C.A.S.

NORMATIV CONDIȚIONAT PENTRU CALCULUL CONSTRUCȚIILOR LA STĂRI LIMITĂ

Partea a III-a

CALCULUL ȘI ALCĂTUIREA CONSTRUCTIVĂ A ELEMENTELOR DE CONSTRUCȚII CIVILE ȘI INDUSTRIALE DIN BETON, BETON ARMAT ȘI BETON PRECOMPRIMAT

(P. 8-62)

Se aplică numai în condițiile prevăzute în ordinul C.S.C.A.S. nr. 231 din 5 VI/1962

Elaborat de :
SUBCOMISIA PENTRU ELEMENTE DE BETON, BETON ARMAT ȘI BETON PRECOMPRIMAT

Scanned with OKEN Scanner

NOTAȚII PRINCIPALE

I. Caracteristici geometrice

b — lățimea secțiunii de beton
h — înălțimea secțiunii de beton
b_p — lățimea plăcii
h_p — înălțimea plăcii
b_s — lățimea sîmburelui de beton
h_s — înălțimea sîmburelui de beton
e_0 — excentricitatea forței față de centrul de greutate al secțiunii la elemente de beton armat
e_0 — excentricitatea forței de precomprimare față de centrul de greutate al secțiunii ideale în faza inițială, la elemente de beton precomprimat
$\bar{e}_0$ — excentricitatea forței de precomprimare față de centrul de greutate al secțiunii ideale în faza finală, la elemente de beton precomprimat
e — excentricitatea forței exterioare față de marginea întinsă, respectiv mai puțin comprimată la elementele de beton simplu ; idem față de centrul de greutate al armăturii întinse sau mai puțin comprimate la elementele de beton armat sau de beton precomprimat
e' — excentricitatea forței exterioare față de centrul de greutate al armăturii comprimate (respectiv mai comprimate, dacă întreaga armătură este comprimată) la elementele de beton armat sau de beton precomprimat
$\bar{e}$ — excentricitatea forței exterioare față de marginea mai puțin comprimată la elementele de beton precomprimat solicitate la compresiune excentrică cu excentricitate mică
a — distanța de la centrul de greutate al armăturii întinse sau mai puțin comprimate la marginea alăturată a secțiunii de beton
a' — distanța de la centrul de greutate al armăturii comprimate (respectiv mai comprimate, dacă întreaga armătură este comprimată) la marginea alăturată a secțiunii de beton

Scanned with OKEN Scanner

a_p — distanța de la centrul de greutate al armăturii pretensionate A_p la marginea alăturată a secțiunii de beton

a'_p — distanța de la centrul de greutate al armăturii pretensionate A'_p la marginea alăturată a secțiunii de beton

$h_0 = h - a$
$h'_0 = h - a'$ — înălțimi utile ale secțiunii de beton

x — înălțimea zonei comprimate de beton

z — distanța dintre rezultanta eforturilor din zona comprimată și centrul de greutate al armăturii întinse

z_b — distanța dintre centrul de greutate al zonei comprimate de beton și centrul de greutate al armăturii întinse

d — diametrul barelor de armătură

u — perimetrul armăturilor întinse

d_s — diametrul sîmburelui de beton fretat

s — pasul fretei

s_i — lungimea proiecției, pe axa elementului, a secțiunii înclinate

w — lungimea cu care se prelungesc armăturile întrerupte peste secțiunea în care nu mai sînt necesare din calcul în secțiuni normale

λ_f — distanța între fisuri

α_f — deschiderea fisurilor

λ — lunecarea sau deformația locală în ancoraj la blocarea armăturii pretensionate

r_s
r'_s — distanțele de la limitele sîmburelui central pînă la centrul de greutate al secțiunii

a_0, b_0 — dimensiunile suprafeței de rezemare a ancorajului sau a plăcii de repartiție pe beton

a, b — dimensiunile suprafeței de calcul corespunzătoare dimensiunilor suprafeței de rezemare a ancorajului

s — lungimea desfășurată a armăturii postîntinse de la capătul de la care se execută întinderea pînă la punctul în care se determină pierderile de tensiune datorită frecărilor pe traseu

L_r — lungimea porțiunilor curbe ale traseului unei armături postîntinse cuprinse pe lungimea s

A_b — aria zonei comprimate a secțiunii de beton

A_{bt} — aria zonei întinse a secțiunii de beton, în momentul apariției fisurilor

A_{bs} — aria secțiunii de beton cuprinsă în interiorul fretei

A_a — aria secțiunii armăturii longitudinale întinse, respectiv mai puțin comprimate, dacă întreaga armătură este comprimată

A'_a — aria secțiunii armăturii longitudinale comprimate, respectiv mai comprimate, dacă întreaga armătură este comprimată

Scanned with OKEN Scanner

A_{ai} — aria secțiunii barelor înclinate

A_{as} — aria convențională a secțiunii fretei

A_s — aria secțiunii transversale a fretei

$A_{e,t}$ — aria secțiunii transversale a tuturor ramurilor unui etrier

A_i — aria secțiunii ideale

A_l — aria suprafeței efective de rezemare (solicitată la compresiune locală)

A — aria suprafeței de calcul în cazul compresiunii locale

A_p — aria secțiunii transversale a întregii armături pretensionate din secțiune în cazul elementelor solicitate la întindere centrică, compresiune centrică sau compresiune excentrică cu excentricitate mică; respectiv, a armăturii pretensionate din acea zonă a secțiunii care este întinsă în starea limită de rezistență în exploatare în cazul elementelor solicitate la încovoiere, întindere excentrică cu excentricitate mică și mare sau compresiune excentrică cu excentricitate mare

A'_p — aria secțiunii transversale a armăturii pretensionate din acea zonă a secțiunii care este comprimată în starea limită de rezistență în exploatare, în cazul elementelor solicitate la încovoiere, întindere excentrică cu excentricitate mică și mare, sau compresiune excentrică cu excentricitate mare

A_g — aria secțiunii transversale a golurilor în care se introduce armătura pretensionată

S_b — momentul static al zonei comprimate de beton față de marginea întinsă, respectiv mai puțin comprimată, la elementele de beton simplu; idem față de centrul de greutate al armăturii întinse la elementele de beton armat

S_0 — momentul static al întregii secțiuni de beton față de marginea întinsă, respectiv mai puțin comprimată la elementele de beton simplu; momentul static al secțiunii utile de beton față de centrul de greutate al armăturii întinse sau mai puțin comprimate la elementele de beton armat

S'_0 — momentul static al secțiunii utile de beton față de centrul de greutate al armăturii comprimate

$\bar{S}_0$ — momentul static al întregii secțiuni de beton față de marginea întinsă, respectiv mai puțin comprimată la elemente de beton precomprimat solicitate la compresiune excentrică cu excentricitate mică

S_a — momentul static al secțiunii de armătură față de centrul de greutate al armăturii A_a

S'_a — idem față de centrul de greutate al armăturii A'_a

$\bar{S}_p$ — momentul static al secțiunii întregii armături pretensionate din secțiune, A_p, față de marginea mai puțin comprimată a secțiunii

Scanned with OKEN Scanner

S_p — momentul static al secțiunii armăturii A'_p față de rezultanta eforturilor din armăturile A_p și A_a

S'_p — momentul static al secțiunii armăturii A_p față de rezultanta eforturilor din armăturile A'_p și A'_a

W_0 respectiv W'_0 — modulul de rezistență al secțiunii ideale pentru marginea întinsă, calculat ca pentru un material elastic și omogen

W_f — modulul de rezistență la fisurare al secțiunii ideale

W_t — modulul de rezistență la torsiune

I_i — momentul de inerție al secțiunii ideale

II. Eforturi unitare, rezistențe, alte caracteristici ale materialelor

R^n_{pr} — rezistența prizmatică normată a betonului

R^n_i — rezistența normată a betonului la compresiune din încovoiere

R^n_t — rezistența normată a betonului la întindere

R^n_a — rezistența normată a armăturii nepretensionate

R^n_p — rezistența normată a armăturii pretensionate

R_{pr} — rezistența prizmatică de calcul a betonului

R_i — rezistența de calcul a betonului la compresiune din încovoiere

R_t — rezistența de calcul a betonului la întindere

R^i_{pr} — rezistența prizmatică de calcul a betonului pentru elemente de beton precomprimat, la calculul în faza inițială

R^i_i — rezistența de calcul a betonului la compresiune din încovoiere pentru elemente de beton precomprimat, la calculul în faza inițială

R_a — rezistența de calcul pentru armăturile elementelor de beton armat și pentru armăturile nepretensionate ale elementelor de beton precomprimat (armăturile longitudinale precum și armăturile transversale pentru calculul în secțiuni înclinate la moment încovoietor)

R_{at} — rezistența de calcul pentru armăturile elementelor de beton armat și pentru armăturile nepretensionate ale elementelor de beton precomprimat (armăturile transversale pentru calculul în secțiuni înclinate la forțe tăietoare)

R_p — rezistența de calcul a armăturii pretensionate (armăturile longitudinale precum și armăturile transversale pentru calculul în secțiuni înclinate la moment încovoietor)

R_{pt} — rezistența de calcul a armăturii pretensionate transversale pentru calculul în secțiuni înclinate la forțe tăietoare

Scanned with OKEN Scanner

R_a^0 — rezistența de calcul la oboseală a armăturii în elementele de beton armat

R_{as} — rezistența de calcul a fretei

σ_a — efort unitar în armătură

σ_b — efort unitar în beton

σ_{etr} — efort unitar principal preluat de etrieri

σ_{max} — efortul unitar maxim din încărcări normate (la calculul elementelor solicitate de încărcări repetate)

σ_{mtn} — efectul unitar minim din încărcări normate (la calculul elementelor solicitate de încărcări repetate)

σ_0 — efortul unitar de calcul în armătura pretensionată A_p — în faza inițială

σ_0' — efortul unitar de calcul în armătura pretensionată A_p' — în faza inițială

$\bar{\sigma}_0$ — efortul unitar de calcul în armătura pretensionată, A_p— în faza finală

$\bar{\sigma}_0'$ — efortul unitar de calcul în armătura pretensionată, A_p'— în faza finală

$\sigma_{bp}, \sigma_{bp}'$ — efortul unitar din fibrele de beton de la nivelul armăturilor pretensionate

$\sigma_{ba}, \sigma_{ba}'$ — efortul unitar din fibrele de beton de la nivelul armăturilor nepretensionate din secțiune

σ_p — efortul unitar din armătura pretensionată

σ_k — efortul unitar de control în armătura pretensionată

σ_l — efortul unitar în armătura pretensionată din zona întinsă, — în starea limită de rezistență

σ_l' — efortul unitar în armătura pretensionată din zona comprimată, — în starea limită de rezistență

σ_1 — efortul unitar principal de întindere pentru calculul la oboseală

σ_{b1} — efortul unitar principal de întindere din beton

σ_{b2} — efortul unitar principal de compresiune din beton

$\Delta\sigma_\lambda$ — pierderea de tensiune datorită lunecărilor și deformațiilor locale în ancoraje, la blocare

$\Delta\sigma_t$ — pierderea de tensiune datorită efectului tratamentului termic al betonului

$\Delta\sigma_f$ — pierderea de tensiune datorită frecărilor armăturii pe traseu

$\Delta\sigma_s$ — pierderea de tensiune datorită efectului întinderii succesive a armăturilor

$\Delta\sigma_{str}$ — pierderea de tensiune datorită strivirii betonului sub armături înfășurate

$\Delta\sigma_r$ — pierderea de tensiune datorită relaxării armăturii pretensionate

$\Delta\sigma_\varphi$ — pierderea de tensiune datorită contracției și curgerii lente a betonului

Scanned with OKEN Scanner

E_b — modulul de elasticitate al betonului

E_a — modulul de elasticitate al armăturii elementelor de beton armat şi al armăturii nepretensionate din elementele de beton precomprimat

E_p — modulul de elasticitate al armăturii pretensionate

K — rigiditatea elementelor de beton armat

K_s — rigiditatea elementelor de beton precomprimat pentru încărcări de scurtă durată

K_d — rigiditatea elementelor de beton precomprimat pentru încărcări de lungă durată

III. Solicitări

N — forţa axială

M — moment încovoietor

M_t — moment de torsiune

Q — Forţă tăietoare

Q_b — proiecţia pe normala la axa elementului a solicitării limită pe care o poate prelua zona comprimată de beton a secţiunii înclinate

q_e — efortul limită preluat de etrieri pe unitatea de lungime (calculul la starea limită de rezistenţă în secţiuni înclinate, la forţă tăietoare)

N_0 — forţa de precomprimare în faza iniţială

$\overline{N}_0$ — forţa de precomprimare în faza finală

$M_f'^s$ — momentul încovoietor din încărcările exterioare la transfer, transport şi montaj, faţă de limita sîmburelui central, opusă marginii întinse a secţiunii

M_f^s — momentul încovoietor din încărcările exterioare în exploatare faţă de limita sîmburelui central opusă marginii întinse a secţiunii

$M_0'^s$ — momentul forţei de precomprimare în faza iniţială faţă de limita sîmburelui central opusă marginii întinse a secţiunii

$\overline{M}_0^s$ — momentul forţei de precomprimare în faza finală, faţă de limita sîmburelui central, opusă marginii întinse a secţiunii

IV. Coeficienţi

k_b — coeficientul de omogenitate al betonului

k_a — coeficientul de omogenitate al armăturii nepretensionate

k_p — coeficientul de omogenitate al armăturii pretensionate

m — coeficientul condiţiilor de lucru al elementelor pentru calculul la starea limită de rezistenţă

Scanned with OKEN Scanner

m_b — coeficientul condițiilor de lucru pentru beton

m_a — coeficientul condițiilor de lucru pentru armături nepretensionate

m_p — coeficientul condițiilor de lucru pentru armătura pretensionată din zona întinsă a secțiunii, în starea limită de rezistență

$n = \frac{E_a}{E_b}$ respectiv $n = \frac{E_p}{E_b}$ — coeficient de echivalență al armăturii nepretensionate, respectiv al armăturii pretensionate

$n^o = \frac{E_a}{E_b^o}$ respectiv $n^o = \frac{E_p}{E_b^o}$ — coeficient de echivalență al armăturii nepretensionate, respectiv al armăturii pretensionate, pentru calculul la oboseală

n^r — coeficientul de echivalență al armăturii pentru calculul rigidității elementelor de beton armat

$\rho = \frac{\sigma_{max} - \sigma_{min}}{\sigma_{max}}$ — amplitudinea ciclului (pentru calculul la starea limită de oboseală)

$\bar{\varepsilon}_c$ — deformația specifică în timp a betonului datorită contracției

ε_c — valoarea de bază a deformației specifice a betonului datorită contracției

$\bar{\varepsilon}_l$ — deformația specifică limită convențională de calcul la compresiune din încovoiere a betonului

ε_l — deformația specifică a armăturii pretensionate din zona întinsă în momentul în care deformația specifică a betonului în fibra extremă comprimată este $\bar{\varepsilon}_l$

$\bar{\varphi}$ — caracteristica deformației în timp a betonului

φ_0 — caracteristica de bază a deformației în timp

φ — coeficient de flambaj

φ_{sd} — coeficient de flambaj pentru încărcări de scurtă durată

φ_{ld} — coeficient de flambaj pentru încărcări de lungă durată

$\psi = \frac{\varepsilon_{am}}{\varepsilon_a}$ — raportul dintre alungirea specifică medie a armăturii între două fisuri și alungirea specifică a armăturii în dreptul fisurii

$\bar{n}$ — coeficient mediu de supraîncărcare

μ — coeficientul de frecare al armăturii postîntinse în porțiunile curbilinii

k — coeficientul de frecare al armăturii postîntinse pe metru

v — raportul dintre încărcarea de lungă durată definită conform punctului 5.5.1.2 și încărcarea totală

Scanned with OKEN Scanner

$$\mu = \frac{A_a}{bh_0} \qquad \alpha = \frac{A_a R_a}{bh_0 R_l}$$

$$\xi = \frac{x}{h_0} \qquad \alpha' = \frac{A'_a R_a}{bh_0 R_l}$$

$$\zeta = \frac{z}{h_0} \qquad \alpha_p = \frac{A_p R_p}{bh_0 R_l}$$

$$\gamma = \frac{W_f}{W_0} \qquad \alpha'_p = \frac{A'_p \sigma'_l}{bh_0 R_l}$$

Scanned with OKEN Scanner

1. GENERALITĂȚI

1.1. DOMENIUL DE APLICARE AL NORMATIVULUI

1.1.1. Prezentul normativ se aplică la calculul și alcătuirea constructivă a elementelor de construcții din beton, beton armat și beton precomprimat pentru construcții civile și industriale, executate cu betoane obișnuite.

Observații

a) Prin *elemente de beton armat,* în sensul prezentului normativ, se înțeleg elementele la care *procentul de armare* este cel puțin egal cu valorile prevăzute la punctul 7.1.3.

Elementele armate cu procente de armare mai reduse se consideră elemente de beton simplu.

b) Prin *elemente de beton precomprimat,* în sensul prezentului normativ, se înțeleg acele elemente de beton armat la care, înainte de aplicarea încărcărilor exterioare, se introduce, cu ajutorul unei armături pretensionate, căreia i se asigură aderența cu betonul, o stare inițială de eforturi de compresiune cu caracter permanent, în întreaga secțiune sau într-o porțiune a acesteia. Sub acțiunea ulterioară a încărcărilor de exploatare, betonul lucrează numai la compresiune sau la eforturi unitare de întindere compatibile cu condițiile de exploatare prescrise.

Definițiile principalelor noțiuni utilizate la calculul elementelor de beton precomprimat sînt date la capitolul 6.1.

1.1.2. Pentru alte categorii de construcții decît cele prevăzute la punctul 1.1.1 (poduri, construcții hidrotehnice, fundații de mașini etc.), pentru construcții executate din betoane ușoare, betoane macroporoase sau betoane speciale, precum și pentru construcții supuse unor condiții speciale de exploatare (temperaturi peste 100°C, mediu puternic corosiv etc.), se vor folosi prescripții speciale, întocmite pe baza principiilor generale și metodelor de calcul cuprinse în prezentul normativ.

Scanned with OKEN Scanner

2. PRINCIPII FUNDAMENTALE DE CALCUL

2.1. METODA DE CALCUL

2.1.1. Calculul elementelor de beton, beton armat și beton precomprimat se face folosind metoda stărilor limită. Principiile generale ale metodei stărilor limită sînt cuprinse în *Bazele metodei de calcul la stări limită.*

2.2. STĂRI LIMITĂ DE CALCUL

2.2.1. În calculul elementelor de construcții din beton, beton armat și beton precomprimat, se iau în considerare următoarele stări limită :

a) *Stări limită ale capacității portante:*
- — starea limită de rezistență ;
- — starea limită de oboseală ;
- — starea limită de stabilitate;

b) *Stări limită ale exploatării normale :*
- — starea limită de apariție a fisurilor;
- — starea limită de deschidere a fisurilor ;
- — starea limită de deformație.

2.3. DETERMINAREA SOLICITĂRILOR

2.3.1. Determinarea solicitărilor pentru verificarea la diferitele stări limită se face conform prevederilor care urmează.

Se recomandă să se ia în considerare modul real de lucru al elementului sau structurii la diferite stări limită, ținînd seamă de proprietățile elastic-vîscos-plastice ale betonului, de proprietățile elastic-plastice ale armăturii, precum și de influența fisurării betonului.

La elementele și structurile pentru care nu există prescripții corespunzătoare sau verificări experimentale concludente, se permite ca determinarea solicitărilor să se facă cu metodele mecanicii construcțiilor, ca pentru corpuri elastice și omogene.

Scanned with OKEN Scanner

Observații

a) La elementele și structurile static nedeterminate solicitate de încărcări repetate, nu se ia în considerare redistribuirea solicitărilor.

b) La structurile static nedeterminate de beton precomprimat, solicitările suplimentare introduse prin precomprimare se multiplică cu coeficientul de imprecizie 0,9 sau 1,1 (conform punctului 6.1.8), după cum este mai defavorabil pentru verificarea respectivă.

2.3.2. În calculul solicitărilor se iau în considerare următoarele încărcări :

— *încărcarea de calcul* pentru starea limită de rezistență și de stabilitate ;

— *încărcarea normată* pentru starea limită de oboseală ;

— *încărcarea normată* pentru stările limită ale exploatării normale, cu excepția cazurilor prevăzute la punctul 6.6.1.3.

Observații

a) Încărcările normate și de calcul se iau conform *Normativului pentru încărcări în construcții.*

b) Încărcările (normate și de calcul) care acționează dinamic vor fi multiplicate cu coeficientul de impact.

c) Pentru calculul la starea limită de oboseală în cazul solicitărilor repetate produse de acțiunea dinamică a mașinilor și utilajelor cu amplasament fix, se iau în considerare încărcările de calcul corespunzătoare acestei acțiuni dinamice, iar celelalte încărcări cu valorile normate.

d) Pentru verificarea elementelor prefabricate în timpul transportului și montajului se iau în considerare încărcările normate multiplicate cu coeficientul dinamic 1,0 sau 1,5, după cum este mai defavorabil pentru verificarea respectivă.

2.4. VERIFICAREA ELEMENTELOR

2.4.1. Elementele de construcții din beton, beton armat și beton precomprimat se verifică în diferite etape (execuție, exploatare, eventual transport și montaj), ținînd seamă de caracteristicile reale ale materialelor și elementelor, precum și de schemele de calcul corespunzătoare etapei respective.

Verificările necesare sînt :

2.4.2. *Pentru elementele de beton simplu* :

— la starea limită de rezistență și de stabilitate (flambaj), în conformitate cu prevederile cap. 4.

2.4.3. *Pentru elementele de beton armat* :

— la starea limită de rezistență și de stabilitate (flambaj), în conformitate cu prevederile cap. 5.1 ;

Scanned with OKEN Scanner

— la starea limită de oboseală, în conformitate cu prevederile cap. 5.3 ;

— la starea limită de deschidere a fisurilor, în conformitate cu prevederile cap. 5.4 ;

— la starea limită de deformaţie, în conformitate cu prevederile cap. 5.5 şi 5.6.

2.4.4. *Pentru elementele de beton precomprimat :*

— la starea limită de rezistenţă şi de stabilitate (flambaj), în conformitate cu prevederile cap. 6.4 ;

— la starea limită de oboseală, în conformitate cu prevederile cap. 6.5 ;

— la starea limită de apariţie a fisurilor, pentru elemente de construcţii din categoria I şi II de fisurabilitate, în conformitate cu prevederile cap. 6.6 ;

— la starea limită de deschidere a fisurilor, pentru elemente de construcţii din categoria III de fisurabilitate, în conformitate cu prevederile cap. 6.7 ;

— la starea limită de deformaţie, în conformitate cu prevederile cap. 6.8 şi 6.9.

Observaţii

Pentru elementele de beton precomprimat se verifică şi :

— valoarea efortului unitar de calcul din armătura pretensionată în faza iniţială şi finală, ţinînd seamă de pierderile de tensiune respective, în conformitate cu prevederile cap. 6.2 şi cap. 6.3 ;

— valoarea efortului unitar de control din armătura pretensionată, în conformitate cu prevederile cap. 6.2 ;

— zona de ancorare, în conformitate cu prevederile cap. 6.10.

2.4.5. Verificarea la stabilitate generală a elementelor şi structurilor de beton armat şi beton precomprimat se face în conformitate cu prescripţii speciale.

2.5. CONDIŢII SPECIALE DE CALCUL

2.5.1. Pentru elementele sau structurile la care nu sînt stabilite metode pentru determinarea solicitărilor ţinînd seamă de modul real de lucru în starea limită (pînze subţiri, grinzi-pereţi etc.), se permite a se efectua calculul prin compararea eforturilor unitare maxime, sub acţiunea încărcărilor de calcul, cu rezistenţele de calcul corespunzătoare.

Eforturile unitare maxime pot fi determinate în ipoteza unui material elastic şi omogen.

Scanned with OKEN Scanner

3. MATERIALE

3.1. BETONUL

3.1.1. Caracteristica principală a calității betonului este marca betonului.

3.1.2. Pentru cazurile în care se stabilește prin proiectare obligativitatea realizării unei anumite rezistențe pe cub la o vîrstă mai mică de 28 zile (funcție de data reală de încărcare a construcției, de metodele de execuție și de proprietățile cimenturilor folosite), se vor indica pe planurile de execuție, în afară de mărcile betoanelor, și rezistențele pe cub necesare la vîrsta respectivă.

3.1.3. Pentru elementele de construcții care trebuie să satisfacă condiții deosebite de lucru (elemente solicitate la întindere, elemente care trebuie să-și păstreze impermeabilitatea în timpul exploatării), se vor indica pe planurile de execuție caracteristicile fizico-mecanice necesare (rezistența la întindere, grad de impermeabilitate, grad de gelivitate).

3.1.4. Se pot folosi următoarele mărci de betoane de rezistență : B 50, B 75, B 100, B 150, B 200, B 250, B 300, B 400, B 500, B 600.

3.1.5. Pentru elementele de construcții din beton simplu, dimensionate pe baza unui calcul de rezistență, se recomandă să se folosească betoane de marcă cel puțin B 75.

3.1.6. Pentru elementele de construcții din beton armat monolit, se recomandă folosirea următoarelor mărci de betoane :

— la elementele solicitate la compresiune centrică și compresiune excentrică cu excentricitate mică, la elementele care trebuie să asigure o bună impermeabilitate, la elementele solicitate de încărcări repetate, la elementele cu pereți subțiri și la elementele armate cu bare de oțel cu profil periodic sau cu profile de oțel laminat, cel puțin marca B 200 ;

— la elementele masive de beton armat (de exemplu fundații, ziduri de sprijin), cel puțin marca B 100 ;

— la celelalte elemente, cel puțin marca B 150.

Nu se admite executarea elementelor de beton armat cu betoane de marcă mai mică decît B 100.

3.1.7. Pentru elementele prefabricate de beton armat se recomandă întrebuințarea unui beton de marcă cel puțin B 200, iar pentru elementele prefabricate executate în fabrici, beton de marcă cel puțin B 250.

Scanned with OKEN Scanner

3.1.8. Pentru elementele de beton precomprimat, se recomandă ca marca betonului, respectiv rezistența sa la transfer pe cubul de 20 cm latură, să nu fie mai mică decît valorile prevăzute în tabela 1.

Tabela 1

Valori minime ale mărcii și rezistenței la transfer a betonului, recomandate pentru elementele de beton precomprimat

Nr. crt.	Tipul construcției	Marca betonului kgf/cm²	Rezistența pe cub la transfer, kgf/cm²
1	Construcții de deschidere mare, la care greutatea proprie constituie cea mai mare parte a încărcării de calcul	400	250
2	Construcții (cu excepția celor de la nr. 1) armate cu :		
	a) armături postîntinse	300	200
	b) armături preîntinse		
	— sîrme împletite	400	250
	— sîrme cu profil periodic	400	250
	— bare cu profil periodic	300	200
3	Beton în calaje sub ancoraje, blocuri sau pahare de ancorare	—	500
4	Pereți la construcții cu armătură pretensionată înfășurată la exterior (rezervoare, silozuri)	300	200
5	Beton nesupus precomprimării în elemente mixte	150	—

Observații

a) La construcții pentru care se cere efectuarea calculului la starea limită de oboseală în conformitate cu prevederile cap. 6.5, toate valorile trecute în tabelă la punctele 2 și 5 se sporesc cu 25%.

b) La construcții cu armături postîntinse la care se permite precomprimarea în etape, întinderea primului grup de armături poate avea loc în momentul în care rezistența pe cub a betonului este egală cu jumătate din valorile trecute în tabela 1, ultima coloană.

c) Valoarea rezistenței pe cub a betonului la transfer (respectiv la fiecare etapă în cazul precomprimării în etape) se va indica în mod explicit pe planșele de execuție.

3.1.9. La construcții din bolțari sau din panouri prefabricate asamblate prin postîntinderea armăturii, marca mortarului sau betonului din rosturi va fi egală cu marca betonului din bolțari sau panouri.

Scanned with OKEN Scanner

Observație

La rosturi cu grosimea pînă la 30 mm, rezistența pe cub la transfer a mortarului din rost poate fi redusă cu 30% față de valorile indicate în tabela 1.

3.1.10. Marca mortarului sau betonului pentru realizarea aderenței la armături postîntinse exterioare va fi egală cu marca betonului elementului.

3.1.11. Rezistența la compresiune a mortarului de injectare pentru armături postîntinse, determinată pe cuburi cu latura de 7,07 cm păstrate în aer umed și încercate la vîrsta de 7 zile, nu va fi mai mică decît 200 kgf/cm^2.

3.1.12. Rezistențele normate ale betonului se dau în tabela 2.

Tabela 2

Rezistențe normate ale betonului, în kgf/cm^2

Nr. crt.	Natura solicitării	Notația	Marca betonului									
			B 50	B 75	B 100	B 150	B 200	B 250	B 300	B 400	B 500	B 600
1	Compresiune centrică (rezistență prismatică)	R^n_{pr}	40	60	80	115	145	180	210	280	350	420
2	Compresiune din încovoiere	R^n_i	50	75	100	140	180	220	260	350	440	520
3	Întindere	R^n_t	6	8	10	13	16	19	21	25	28	30

3.1.13. Coeficienții de omogenitate ai betonului k_b, se dau în tabela 3.

Tabela 3

Coeficienții de omogenitate ai betonului, k_b

Nr. crt.	Natura solicitării	Marca betonului	
		B 50—250	B 300—600
1	Compresiune centrică sau compresiune din încovoiere	0,55	0,60
2	Întindere	0,40	0,45

Scanned with OKEN Scanner

Observaţie

Pentru elementele prefabricate de mare serie, executate în fabricile la care interpretarea statistică a rezultatelor obţinute la controlul calităţii betonului indică valori mai ridicate ale coeficienţilor de omogenitate decît cele prevăzute în tabela 3, se vor putea considera în calcul coeficienţi de omogenitate sporiţi cu cel mult 10%, pe baza unei derogări speciale.

3.1.14. Coeficienţii condiţiilor de lucru pentru beton se iau după cum urmează :

a) pentru betonul de mărci superioare, din zonele comprimate,

B 500 . . . . . $m_b = 0{,}95$
B 600 . . . . . $m_b = 0{,}90$

b) pentru toate elementele de construcţii din beton simplu, $m_b = 0{,}9$;

c) pentru elementele de beton precomprimat, la calculul în faza iniţială, pentru betonul zonelor comprimate, $m_b = 1{,}2$;

d) pentru elementele de beton precomprimat, la calculul în starea limită de apariţie a fisurilor, pentru betonul zonelor întinse, $m_b = 1{,}5$;

e) pentru toate celelalte cazuri, cu excepţia celor prevăzute la observaţiile de la tabelele 4, 5 şi 6, $m_b = 1{,}0$.

Observaţie

Coeficienţii condiţiilor de lucru de la punctele a), b), c) şi e), se iau în considerare fiecare în mod separat.

3.1.15. Rezistenţele de calcul ale betonului, determinate prin înmulţirea rezistenţelor normate cu coeficienţii de omogenitate şi coeficienţii condiţiilor de lucru pentru beton, se dau în tabelele 4, 5 şi 6.

Observaţie

Pentru cazurile în care se va aproba unor fabrici luarea în considerare a unor coeficienţi de omogenitate sporiţi conform observaţiei de la tabela 3, valorile rezistenţelor de calcul se vor spori în consecinţă.

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 4

Rezistențele de calcul ale betonului pentru elemente de beton simplu, în kgf/cm²

Nr. crt.	Natura solicitării	Notația	Marca betonului						
			B 50	B 75	B 100	B 150	B 200	B 250	B 300
1	Compresiune centrică (rezistență prismatică)	R_{pr}	20	30	40	60	70	90	115
2	Compresiune din încovoiere	R_i	25	35	50	70	90	110	140
3	Întindere	R_t	2,0	3,0	3,5	4,5	6,0	7,0	8,5

Observație

Pentru elementele solicitate la compresiune centrică sau excentrică, turnate în poziție verticală (stîlpi, diafragme, pereți), valorile R_{pr} și R_t vor fi reduse prin înmulțire cu următorii coeficienți ai condițiilor de lucru:

$m = 0,7$ pentru elemente avînd latura cea mai mică sub 35 cm;

$m = 0,85$ pentru elemente avînd latura cea mai mică de 35 cm sau mai mult.

Tabela 5

Rezistențele de calcul ale betonului pentru elemente de beton armat, în kgf/cm²

Nr. crt.	Natura solicitării	Notația	Marca betonului							
			B 100	B 150	B 200	B 250	B 300	B 400	B 500	B 600
1	Compresiune centrică (rezistență prismatică)	R_{pr}	45	65	80	100	130	170	200	230
2	Compresiune din încovoiere	R_i	55	80	100	120	160	210	250	280
3	Întindere	R_t	4,0	5,0	6,5	7,5	9,5	11,0	12,5	13,5

Observație

Pentru elementele solicitate la compresiune centrică sau excentrică, valorile R_{pr} și R_t vor fi reduse prin înmulțire cu următorii coeficienți suplimentari ai condițiilor de lucru:

— pentru elemente turnate în poziție orizontală:

$m = 0,85$ — pentru elemente avînd dimensiunea cea mai mică sub 30 cm;

Scanned with OKEN Scanner

$m = 1{,}00$ — pentru elemente avînd dimensiunea cea mai mică de 30 cm sau mai mult;

— pentru elemente turnate în poziție verticală (stîlpi, diafragme, pereți) sau în poziție înclinată și cu cofraj pe toate laturile:

$m = 0{,}7$ — pentru elemente avînd dimensiunea cea mai mică sub 30 cm;

$m = 0{,}85$ — pentru elemente avînd dimensiunea cea mai mică de 30 cm sau mai mult.

Tabela 6

Rezistențele de calcul ale betonului pentru elemente de beton precomprimat, în kgf/cm²

Nr. crt.	Natura solicitării	Notația	Marca betonului							
			B 100	B 150	B 200	B 250	B 300	B 400	B 500	B 600
1	Compresiune centrică (rezistență prismatică)									
	a) în faza inițială	R^i_{pr}	55	75	95	120	150	200	240	270
	b) în faza finală	R_{pr}	45	65	80	100	130	170	200	230
2	Compresiune din încovoiere									
	a) în faza inițială	R^i_i	65	95	120	145	190	250	300	340
	b) în faza finală	R_i	55	80	100	120	160	210	250	280
3	Întindere	R_t	6,0	8,0	9,5	115	14,0	17,0	19,0	20,0

Observație

Pentru elemente solicitate la compresiune centrică sau excentrică sub acțiunea încărcărilor de calcul din exploatare se aplică prevederile observației de la tabela 5.

3.1.16. Valorile modulului de elasticitate al betonului la compresiune se dau în tabela 7.

Tabela 7

Modulul de elasticitate la compresiune al betonului E_b, în kgf/m²

Marca betonului	B 50	B 75	B 100	B 150	B 200	B 250	B 300	B 400	B 500	B 600
Modulul de elasticitate E_b	110 000	155 000	190 000	230 000	265 000	290 000	315 000	350 000	380 000	400 000

Scanned with OKEN Scanner

Modulul de elasticitate al betonului la întindere se ia egal cu cel de la compresiune.

Coeficientul de deformaţie transversală se ia $\mu = 0{,}15$.

Modulul de elasticitate transversal se ia $G_b = 0{,}4\ E_b$.

3.1.17. Coeficientul de dilataţie termică liniară pentru elementele de beton, beton armat şi beton precomprimat, la variaţii de temperatură cuprinse între —30° şi +100°C, se ia $\alpha_t = 0{,}00001$.

3.2. ARMĂTURA

3.2.1. Armături pentru elemente de beton armat

3.2.1.1. Armăturile de rezistenţă se realizează în mod curent din :

— bare rotunde din oţel laminat la cald, OL 38 ;

— bare cu profil periodic laminat la cald, PC 52 şi PC 60 ;

— bare cu profil periodic din oţel torsionat la rece, TOR 47 şi TOR 57 ;

— sîrmă trasă mată, sub formă de plase sudate.

Observaţii

a) Se recomandă întrebuinţarea cu precădere a oţelurilor superioare cu profil periodic şi a plaselor şi carcaselor sudate.

b) Nu se vor utiliza oţelurile cu profil periodic torsionate la rece, TOR 47 şi TOR 57, precum şi sîrma trasă mată, pentru armarea elementelor solicitate de încărcări repetate.

3.2.1.2. Armăturile constructive (care nu sînt dimensionate pe baza unui calcul de rezistenţă) se pot realiza din :

— bare rotunde din oţel laminat la cald, OL 38 ;

— bare rotunde din oţel laminat la cald, OL 00 ;

— sîrmă trasă mată legată cu sîrmă.

3.2.1.3. Datele privind caracteristicile geometrice (diametre, toleranţe, secţiuni), ale armăturilor prevăzute la punctul 3.2.1.1, precum şi caracteristicile lor mecanice (rezistenţa la tracţiune, limita de curgere, alungirea la rupere etc.), sînt stabilite prin STAS 438-61.

3.2.1.4. Valorile rezistenţelor normate R_a^n, — egale cu limita de curgere a oţelului σ_c ,— ale coeficienţilor de omo-

Scanned with OKEN Scanner

genitate k_a şi ale coeficienţilor condiţiilor de lucru m_a pentru armăturile de rezistenţă prevăzute la punctul 3.2.1.1 se dau în tabela 8.

Tabela 8

Rezistenţe normate, coeficienţi de omogenitate şi coeficienţi ai condiţiilor de lucru pentru armătură

Nr. crt.	Calitatea oţelului	Diametrul nominal mm	Rezistenţe normate R_a^n kgf/cm²	Coeficienţii de omogenitate, k_a	Coeficienţii condiţiilor de lucru, m_a	
					Armătură longitudinală; armătură transversală (pentru calculul în secţiuni înclinate, la moment încovoietor)	Armătură transversală (pentru calculul în secţiuni înclinate, la forţe tăietoare)
1	OL 38	$d \leqslant 12$ $d > 12$	2 400 2 200	0,90 0,95		
2	PC 52	$d \leqslant 12$ $d > 12$	3 700 3 400	0,80 0,85		0,8
3	PC 60	$d \leqslant 12$ $d > 12$	4 400 4 000	0,80 0,85		
4	TOR 47	$d \leqslant 12$ $d > 12$	3 800 3 500	0,75 0,80	1,0	
5	TOR 57	$d \leqslant 12$ $d > 12$	4 600 4 200	0,75 0,80		
6	Sîrmă trasă mată	$d=3 \cdots 4$ $d=4{,}5 \cdots 5\,5$ $d=6 \cdots 10$	4 500 4 000 3 500	0,80		0,7

3.2.1.5. Rezistenţele de calcul ale armăturilor, determinate prin înmulţirea rezistenţelor normate R_a^n cu coeficienţii de omogenitate k_a şi coeficienţii condiţiilor de lucru m_a se dau în tabela 9.

3.2.1.6. Modulul de elasticitate al armăturilor se consideră :

— $E_a = 2\,100\,000$ kgf/cm² — pentru oţelurile OL 38, PC 52, PC 60, TOR 47 şi TOR 57 ;

— $E_a = 1\,800\,000$ kgf/cm² — pentru sîrmă trasă mată.

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 9

Rezistențele de calcul pentru armături, în kgf/cm²

Nr. crt.	Calitatea oțelului	Rezistența de calcul, kgf/cm²	
		Armătură longitudinală; armătură transversală (pentru calculul în secțiuni înclinate la moment încovoietor), R_a	Armătură transversală (pentru calculul în secțiuni înclinate la forță tăietoare), R_{at}
1	OL 38	2 100	1 700
2	PC 52	2 900	2 300
3	PC 60	3 400	2 700
4	TOR 47	2 800	2 200
5	TOR 57	3 400	2 700
6	Sîrmă trasă mată		
	d = 3...4 mm	3 600	2 500
	d = 4.5...5,5 mm	3 200	2 200
	d = 6...10 mm	2 800	1 950

3.2.1.7. Rezistențele normate, coeficienții de omogenitate, coeficienții condițiilor de lucru și rezistențele de calcul pentru armături realizate din alte oțeluri decît cele prevăzute la punctul 3.2.1.2, se vor adopta pe baza unor instrucțiuni speciale.

3.2.2. Armături pentru elemente de beton precomprimat

3.2.2.1. Caracteristicile armăturilor nepretensionate din elemente de beton precomprimat și condițiile lor de utilizare se vor considera în conformitate cu prevederile punctelor 3.2.1.1 ... 3.2.1.7.

3.2.2.2. Armăturile pretensionate se execută din oțel de înaltă rezistență și se realizează în mod curent din :

— sîrme SBP, împletite cîte 2 sau 3 ;

— fascicule din sîrme SBP paralele.

3.2.2.3. Valorile rezistențelor normate R_p^n — egale cu rezistențele la tracțiune σ_r — ale coeficientului de omogenitate k_p și ale coeficienților de lucru m_{ap}, ale armăturilor pretensionate realizate din sîrme SBP, conform punctului 3.2.2.2, se dau în tabela 10.

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 10

Rezistenţe normate, coeficienţi de omogenitate, coeficienţi ai condiţiilor de lucru şi rezistenţe de calcul pentru armături pretensionate din sîrme SBP

Calitatea sîrmei	Diametrul sîrmei	Rezistenţe normate, R_p^n kgf/cm²	Coeficient de omogenitate k_p	Coeficienţii condiţiilor de lucru, m_{ap} şi rezistenţele de calcul			
				Armătură longitudinală; armătură transversală (pentru calculul în secţiuni înclinate la moment încovoietor)		Armătură transversală (pentru calculul în secţiuni înclinate la forţă tăietoare)	
				m_{ap}	R_p, kgf/cm²	m_{ap}	R_{pt}, kgf/cm²
SBP I	1,0	22 500	0,8	1,0	18 000	0,7	12 600
	1,5	21 500			17 200		12 000
	2,0	20 500			16 400		11 500
	2,5	19 000			15 200		10 600
	3,0	18 000			14 400		10 000
	4,0	17 000			13 600		9 500
	5,0	16 500			13 200		9 200
	(6,0)	16 000			12 800		8 900
	(7,0)	15 000			12 000		8 400
SBP II	1,0	21 000			16 800		11 700
	1,5	19 000			15 200		10 600
	2,0	18 000			14 400		10 000
	2,5	17 000			13 600		9 500
	3,0	16 000			12 800		8 900
	4,0	15 500			12 400		8 600
	5,0	15 000			12 000		8 400
	(6,0)	14 500			11 600		8 100
	(7,0)	14 000			11 200		7 800

Observaţie

Diametrele în paranteză, precum şi alte diametre neprevăzute în tabelă, se livrează cu acordul producătorului.

Scanned with OKEN Scanner

3.2.2.4. Rezistenţele de calcul ale armăturilor, determinate prin înmulţirea rezistenţelor normate R_p^n, cu coeficientul de omogenitate şi cu coeficienţii condiţiilor de lucru se dau de asemenea în tabela 10.

3.2.2.5. Modulul de elasticitate al armăturilor pretensionate realizate din sîrme SBP, pentru calculul eforturilor unitare în elemente de beton precomprimat, se consideră

$$E_p = 1\,800\,000 \text{ kgf/cm}^2.$$

3.2.2.6. Rezistenţele normate, coeficienţii de omogenitate, rezistenţele de calcul şi condiţiile de utilizare pentru armături pretensionate executate din oţeluri de înaltă rezistenţă de altă calitate decît sîrma SBP se vor adopta pe baza unor instrucţiuni speciale.

Rezistenţa normată se consideră egală fie cu rezistenţa la tracţiune σ_r, fie cu limita de curgere $\sigma_{0,2}$ a oţelului.

3.2.2.7. Dacă se prevăd prin proiect operaţiuni speciale de prelucrare a armăturii (îndreptare, calibrare, împletirea sîrmelor cu un pas mai mic decît 15 ... 20 $\varnothing$, ondulare, profilare, filetare, îndoire după raze mai mici decît cele prevăzute la punctul 7.2.8.2 etc.), sînt necesare încercări preliminare pentru a verifica influenţa prelucrărilor respective asupra proprietăţilor mecanice ale oţelului.

Rezistenţa de calcul a armăturii va fi redusă în mod corespunzător dacă, în urma acestor operaţiuni, rezistenţa armăturii scade cu mai mult de 5%.

Trebuie evitate operaţiuni de prelucrare în urma cărora rezistenţa la rupere a oţelului scade cu mai mult de 10%.

Observaţie

La armăturile postîntinse sub formă de fascicule din sîrme paralele, se recomandă prevederea, înainte de confecţionarea fasciculelor, a operaţiei de calibrare a sîrmelor SBP II îndreptate, operaţie care constă în întinderea sîrmei la un efort unitar egal cu R_p.

3.3. CARACTERISTICI DE CALCUL PENTRU STAREA LIMITĂ DE OBOSEALĂ

3.3.1. Rezistenţele de calcul ale materialelor pentru starea limită de oboseală se determină în funcţie de amplitudinea ciclului ρ.

Scanned with OKEN Scanner

Amplitudinea ciclului se determină cu ajutorul relației :

$$\rho = \frac{\sigma_{max} - \sigma_{min}}{\sigma_{max}}, \qquad (3.1)$$

unde : σ_{max} este efortul unitar maxim ;
σ_{min} — efortul unitar minim.

Eforturile unitare σ_{max} și σ_{min} se vor considera în valori absolute, cu excepția ciclurilor alternante, la care se va considera σ_{max} (efortul unitar cel mai mare în valoare absolută) cu semnul (+) și σ_{min} (cealaltă limită a ciclului) cu semnul (—).

3.3.2. Valorile rezistențelor de calcul la oboseală ale betonului pentru $\rho \geqslant 0{,}9$ se dau în tabela 11.

Pentru $\rho < 0{,}9$, valorile din tabela 11 se multiplică cu coeficientul k_b^o din tabela 12.

Tabela 11

Rezistențele de calcul la oboseală ale betonului, pentru $\rho \geqslant 0{,}9$, în kgf/cm²

Felul solicitării	Notația	Marca betonului						
		B 150	B 200	B 250	B 300	B 400	B 500	B 600
Compresiune axială (rezistență prismatică)	R_{pr}^o	40	55	70	85	115	140	165
Compresiune din încovoiere	R_i^o	50	70	90	110	145	175	205
Întindere din eforturi unitare principale pentru construcții de beton precomprimat	R_{tp}^o	—	—	11,5	14	17	19	20

Observație. Valoarea rezistenței de calcul a betonului, la întindere, la oboseală, se consideră $R_t^o = 0$, indiferent de marca betonului.

Tabela 12

Coeficienți de multiplicare, k_b^o

ρ	0,8	0,7	0,6	0,5
k_b^o	1,05	1,10	1,15	1,20

Observație
Pentru valori intermediare ale lui ρ, se interpolează liniar.

Scanned with OKEN Scanner

3.3.3. Valorile de calcul ale rezistenţelor la oboseală pentru armăturile elementelor de beton armat şi armăturile nepretensionate ale elementelor de beton precomprimat, în cazul amplitudinilor

$$0{,}9 \leqslant \rho \leqslant 1{,}1,$$

sînt date în tabela 13.

Tabela 13

Rezistenţele de calcul la oboseală ale armăturilor nepretensionate, pentru $0{,}9 \leqslant \rho \leqslant 1{,}1$, R_a^o, în kgf/cm²

Felul armăturii	R_a^o, kgf/cm²
Oţel beton rotund OL 38	1 700
Oţel cu profil periodic laminat la cald PC 52	1 800
Oţel cu profil periodic laminat la cald PC 60	1 950

Pentru amplitudini în afara intervalului $\rho = 0{,}9 \ldots 1{,}1$, valorile din tabela 13 se multiplică cu coeficientul k_a^o, determinat din tabela 14.

În cazurile în care armătura se realizează din bare înnădite prin sudare sau din carcase sau plase sudate, rezistenţele de calcul la oboseală se multiplică, suplimentar, cu coeficientul k_s, determinat din tabela 15.

Multiplicarea cu coeficientul k_s se face pentru toate barele secţiunii, chiar dacă numai o parte din aceste bare sînt sudate. De asemenea rezistenţa de calcul stabilită după multiplicare se va lua în considerare în tot lungul barei, indiferent de distanţa pînă la secţiunea sudată.

Tabela 14

Coeficienţi de multiplicare, k_a^o

ρ	2	1,5	1,2	1,1 . . . 0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3
k_a^o	0,6	0,75	0,9	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6

Observaţie
Pentru valori intermediare ale lui ρ, se interpolează liniar.

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 15

Coeficienți de multiplicare, k_s

Nr. crt.	Felul sudurii	Calitatea oțelului	
		OL 38	PC 52—PC 60
1	Sudură cap la cap		
	— cu polizare locală	1	1
	— fără polizare locală	0,90	0,80
2	Înnădire cu eclise	0.90	0,80
3	Înnădire prin suprapunere	0,80	0,65
4	Sudură prin puncte (carcase sau plase sudate)	0,85	0,70

3.3.4. Valorile de calcul ale rezistențelor la oboseală pentru armături pretensionate alcătuite din sîrme SBP, sub formă de sîrme împletite (cîte două sau trei) și fascicule din sîrme paralele, se obțin prin înmulțirea valorilor corespunzătoare ale rezistențelor normate din tabela 10 cu coeficientul k_p^o, dat în tabela 16, în funcție de amplitudinea ciclului ρ

Tabela 16

Valorile coeficientului k_p^o pentru determinarea rezistențelor de calcul la oboseală, la armături pretensionate din sîrme SBP

ρ	$\rho \leqslant 0{,}15$	$0{,}15 < \rho \leqslant 0{,}20$	$0{,}20 < \rho \leqslant 0{,}25$
k_p^o	0,6	0,55	0,5

Observație

Nu se recomandă utilizarea construcțiilor de beton precomprimat calculate la oboseală pentru care $\rho > 0{,}25$.

3.3.5. În tabela 17 se dau valorile coeficientului de echivalență pentru calculul la oboseală, $n^o = \frac{E_a}{E_b^o}$, în care E_b^o este modulul de elasticitate al betonului la oboseală.

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 17

Coeficienți de echivalență, n^o

Felul armăturii	Marca betonului						
	B 150	B 200	B 250	B 300	B 400	B 500	B 600
Armătură din bare laminate la cald OL 38, PC 52, PC 60	30	25	23	20	15	13	11
Armătură din sîrmă SBP	—	—	20	17	13	11	10

3.4. CONTRACȚIA ȘI CURGEREA LENTĂ A BETONULUI

3.4.1. Valoarea deformației în timp a betonului datorită contracției și curgerii lente, este influențată de următorii factori principali :

— calitatea și dozajul cimentului ;

— raportul $\frac{a}{c}$;

— mărimea efortului unitar în raport cu rezistența betonului la data încărcării $\left(\frac{\sigma_b}{R}\right)$;

— rezistența betonului la data încărcării în raport cu rezistența betonului la 28 zile $\left(\frac{R}{R_{28}}\right)$;

— dimensiunile secțiunii transversale a elementului ;

— condițiile climatice (umiditate, temperatură) în care lucrează elementele.

3.4.2. Deformația specifică totală, finală, se exprimă în funcție de deformația specifică elastică inițială, prin relația (3.2) :

$$\varepsilon_{bt} = (1 + \overline{\varphi})\, \varepsilon_{be}, \qquad (3.2)$$

în care : ε_{bt} este deformația specifică totală, finală, a betonului;

ε_{be} — deformația specifică elastică inițială a betonului ;

$\overline{\varphi}$ — caracteristica deformației în timp a betonului.

3.4.3. Valorile caracteristicii deformației în timp φ se obțin prin multiplicarea valorilor de bază φ_0 din tabela 18 (considerate pentru $\frac{R}{R_{28}} = 1{,}0$; $\frac{\sigma_b}{R} \leqslant 0{,}5$; umiditate relativă $U = 50...60\,\%$ și dimensiunea cea mai mică a secțiunii transversale $b > 10$ cm), cu toți coeficienții de corecție k_i din tabela 19, care țin seamă

Scanned with OKEN Scanner

de rezistența betonului la data încărcării (k_1), de mărimea efortului unitar din beton (k_2), de umiditatea relativă a aerului (k_3) și de dimensiunea minimă a secțiunii în dreptul fibrei pentru care se face calculul (k_4), respectiv :

$$\overline{\varphi} = k_1 k_2 k_3 k_4 \varphi_0 . \qquad (3.3)$$

Tabela 18

Valorile de bază ale caracteristicii deformației în timp a betonului, φ_0

$\frac{a}{c}$	Dozaj ciment, kgf/m³			
	250	300	350	450
0,35	—	—	—	2,60
0,4	—	—	2,60	2,80
0,5	—	2,80	3,00	3,20
0,6	3,15	3,40	3,65	4,00

Tabela 19

Coeficienți de corecție pentru caracteristica deformației în timp a betonului

Notația	Variabilă	Valori k_i
k_1	$\frac{R}{R_{28}} = \begin{cases} 0,6 \\ 1,0 \\ 1,2 \end{cases}$	1,3 1,0 0,75
k_2	$\frac{\sigma_b}{R} \begin{cases} \leqslant 0,5 \\ > 0,5 \end{cases}$	1,0 $2,0 \frac{\sigma_b}{R}$
k_3	$U \begin{cases} < 50\% \\ = 50 \ldots 60\% \\ = 70 \ldots 80\% \\ = 90 \ldots 100\% \end{cases}$	1,3 1,0 0,75 0,5
k_4	$b \begin{cases} \leqslant 10 \text{ cm} \\ > 10 \text{ cm} \end{cases}$	1,1 1,0

Observație

Datele din tabelele 18 și 19 se referă la betoane confecționate cu ciment RIM sau Portland fără adaosuri, cu întărire normală sau accelerată prin aburire. În cazul utilizării altor cimenturi sau a altor regimuri de întărire, valorile corespunzătoare ale caracteristicii deformației în timp a betonului $\overline{\varphi}$ se vor determina pe cale experimentală.

Scanned with OKEN Scanner

3.4.4. Dacă efortul unitar de compresiune din beton scade sub valoarea

$$\sigma_b = \frac{\bar{\varepsilon}_c E_b}{\bar{\varphi}}, \qquad (3.4)$$

se ia în considerare numai deformaţia specifică în timp a betonului datorită contracţiei $\bar{\varepsilon}_c$ respectiv

$$\bar{\varepsilon}_c = k_3 k_4 k_c \varepsilon_c, \qquad (3.5)$$

unde: $\varepsilon_c = 0{,}25‰$ este valoarea de bază a deformaţiei specifice a betonului datorită contracţici ;

$k_c = 1{,}0$ pentru elemente de beton armat ;

$k_c = 0{,}8$ pentru elemente de beton precomprimat cu armătură preîntinsă ;

$k_c = 0{,}6$ pentru elemente de beton precomprimat cu armătură postîntinsă ;

k_3 şi k_4 sînt coeficienţi de corecţie din tabela 19.

4. CALCULUL ELEMENTELOR DE CONSTRUCŢII DIN BETON SIMPLU

4.1. PRESCRIPŢII GENERALE

4.1.1. Elementele de beton simplu se calculează la starea limită de rezistenţă, în secţiuni normale pe axa elementului, şi la starea limită de stabilitate (flambaj), ţinînd seamă de prevederile cap. 2.

4.2. COMPRESIUNE CENTRICĂ

4.2.1. Elementele de beton simplu solicitate la compresiune centrică se calculează cu ajutorul relaţiei (4.1) :

$$N \leqslant \varphi A_b R_{pr}, \qquad (4.1)$$

unde N este forţa axială de calcul ;

φ — coeficientul de flambaj ;

A_b — aria secţiunii transversale a elementului.

Scanned with OKEN Scanner

Observaţie

Valorile rezistenţelor de calcul, R_{pr} se iau din tabela 4, ţinînd seamă şi de prevederile observaţiei de la această tabelă.

4.2.2. Coeficientul de flambaj φ se dă în tabela 20, în funcţie de raportul dintre lungimea de flambaj a elementului l_f şi : fie dimensiunea b, pe direcţia în care se calculează flambajul, pentru elementele cu secţiune dreptunghiulară, fie raza de giraţie i, pentru elementele cu secţiune oarecare.

Tabela 20

Coeficienţii de flambaj φ, pentru elemente de beton simplu

$\frac{l_f}{b}$	< 4	4	6	8	10	12	14	16	18	20
$\frac{l_f}{i}$	<14	14	21	28	35	42	49	56	63	70
φ	1	0,98	0,96	0.91	0,86	0,82	0,77	0,72	0,68	0,63

Observaţie

Lungimile de flambaj care se introduc în calcul se dau în anexa I.

4.3. ÎNCOVOIERE

4.3.1. Elementele de beton simplu solicitate la încovoiere se calculează pe baza următoarelor ipoteze (fig. 1) :

— secţiunile plane înainte de deformaţie rămîn plane şi după deformaţie ;

— distribuţia eforturilor unitare normale în zona comprimată este triunghiulară ;

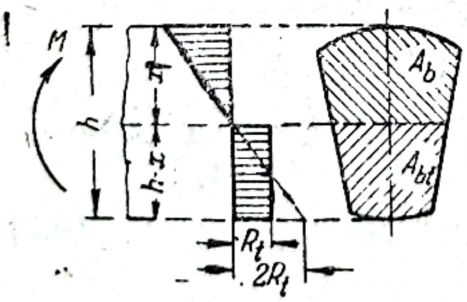


Fig. 1. Calculul elementelor de beton solicitate la încovoiere.

— distribuţia eforturilor unitare normale în zona întinsă este dreptunghiulară ;

— la marginea întinsă a secţiunii, deformaţia specifică de calcul este egală cu dublul deformaţiei specifice elastice corespunzătoare rezistenţei de calcul.

Scanned with OKEN Scanner

Observaţie

Se recomandă ca, în zona întinsă a elementelor calculate în conformitate cu prevederile acestui punct, să se dispună o armătură constructivă, avînd secţiunea egală cu cel puţin 0,05% din aria totală a secţiunii de beton.

4.3.2. Elementele cu secţiune dreptunghiulară se calculează cu ajutorul relaţiei (4.2) :

$$M \leqslant \frac{bh^2 R_t}{3{,}5}, \qquad (4.2)$$

unde b şi h sînt dimensiunile secţiunii.

4.4. COMPRESIUNE EXCENTRICĂ

4.4.1. Elementele de beton simplu solicitate la compresiune excentrică se consideră că lucrează cu :

— excentricitate mare, dacă $S_b \leqslant 0{,}8\, S_0$;

— excentricitate mică, dacă $S_b > 0{,}8\, S_0$.

În aceste relaţii :

S_0 este momentul static al întregii secţiuni transversale faţă de marginea întinsă respectiv mai puţin comprimată ;

S_b — momentul static al zonei comprimate faţă de aceeaşi margine (fig. 2).

Pentru secţiuni dreptunghiulare, limitele devin :

— excentricitate mare dacă $e_0 \geqslant 0{,}225\ h$;

— excentricitate mică, dacă $e_0 < 0{,}225\ h$;

unde e_0 este distanţa de la forţa N la centrul de greutate G al secţiunii.

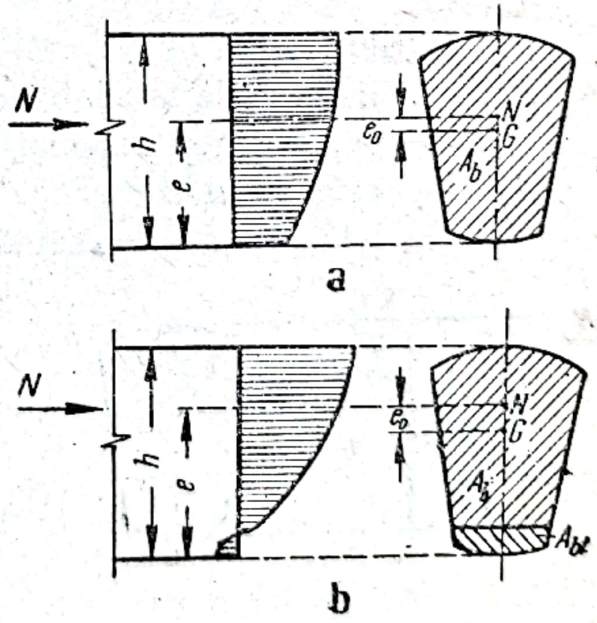


Fig. 2. Calculul elementelor de beton solicitate la compresiune excentrică : a – excentricitate mică ; b – excentricitate mare.

Observaţii

a) Aria zonei comprimate se determină din condiţia ca centrul ei de greutate să coincidă cu punctul de aplicaţie al forţei N.

b) Luarea în considerare a flambajului se face prin

introducerea coeficientului de flambaj φ, ca pentru elementele solicitate la compresiune centrică. Valorile coeficientului de flambaj se dau în tabela 20.

4.4.2. Elementele de beton simplu solicitate la compresiune excentrică cu excentricitate mare se calculează pe baza ipotezelor de la punctul 4.3.1.

Elementele cu secţiune dreptunghiulară se pot calcula cu ajutorul relaţiei (4.3) :

$$N \leqslant 1{,}75\,\varphi \frac{bh\,R_t}{6\frac{e_0}{h} - 1}. \qquad (4.3)$$

4.4.3. Elementele de beton simplu solicitate la compresiune excentrică cu excentricitate mare, care nu se află sub acţiunea unui mediu agresiv sau sub presiunea unui lichid şi la care

$$e_0 \leqslant 0{,}9\,x_0, \qquad (4.4)$$

se pot calcula fără a ţine seamă de rezistenţa zonei întinse a betonului, considerînd că distribuţia eforturilor unitare în zona comprimată este dreptunghiulară. Calculul se face cu ajutorul relaţiei (4.5) :

$$N \leqslant \varphi\, A_b\, R_t. \qquad (4.5)$$

În relaţiile (4.4) şi (4.5) :

x_0 este distanţa de la centrul de greutate al secţiunii pînă la marginea cea mai comprimată (fig. 3) ;

A_b — aria zonei comprimate a secţiunii de beton, calculată fără a ţine seamă de rezistenţa zonei întinse ; aria A_b se determină din condiţia ca centrul ei de greutate să coincidă cu punctul de aplicaţie al forţei N.

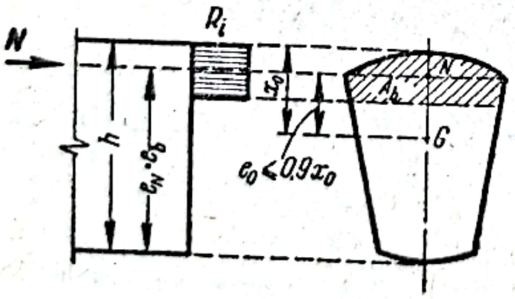


Fig. 3. Elemente de beton solicitate la compresiune excentrică cu excentricitate mare, calculate fără a ţine seamă de rezistenţa zonei întinse.

Elementele cu secţiune dreptunghiulară se calculează în acest caz cu ajutorul relaţiei (4.6) :

$$N \leqslant \varphi\, b\,(h - 2\,e_0)\,R_t. \qquad (4.6)$$

Scanned with OKEN Scanner

Observații

a) În zona întinsă a secțiunii elementelor comprimate excentric, calculate conform prevederilor acestui punct, se va prevedea o armătură constructivă, avînd secțiunea egală cu cel puțin 0,05% din aria totală a secțiunii de beton.

b) Valorile rezistențelor de calcul R_t, în relațiile (4.5), respectiv (4.6), se iau din tabela 4, ținînd seamă și de prevederile observației de la această tabelă.

4.4.4. Elementele de beton simplu solicitate la compresiune excentrică cu excentricitate mică se calculează cu ajutorul relației (4.7) :

$$N \leqslant \varphi R_{pr} \frac{S_0}{e}, \qquad (4.7)$$

unde e este distanța de la forța N la marginea întinsă, respectiv mai puțin comprimată a secțiunii.

Pentru secțiuni dreptunghiulare, relația (4.7) devine

$$N \leqslant 0{,}5\, \varphi R_{pr} \frac{bh^2}{e}. \qquad (4.8)$$

Observație

Valorile rezistențelor de calcul R_{pr} se iau din tabela 4, ținînd seamă și de prevederile observației de la această tabelă.

4.5. CALCULUL LA COMPRESIUNE LOCALĂ

4.5.1. Calculul la compresiune locală al zonelor de rezemare se face cu ajutorul relației (4.9) :

$$N \leqslant K A_l R_{pr}, \qquad (4.9)$$

în care: $K = \sqrt[3]{\frac{A}{A_l}}$;

R_{pr} — rezistența prismatică a betonului, conform tabelei 4, fără a lua în considerare coeficienții suplimentari ai condițiilor de lucru din observația de la această tabelă ;

A_l — aria suprafeței efective de rezemare (solicitată la compresiune locală) ;

A — aria suprafeței de calcul.

Scanned with OKEN Scanner

Dacă centrul de greutate al suprafeței de rezemare A_l nu corespunde cu centrul de greutate al întregii suprafețe A, sau cele două suprafețe nu au aceleași axe de simetrie, în calcul se ia numai partea din A care are același centru de greutate și aceleași axe de simetrie cu suprafața A_l (fig. 4, *a*).

Valoarea coeficientului K nu va depăși :

1,5 — dacă calculul se face numai la încărcare locală ;

2 — dacă calculul se face la încărcarea locală plus celelalte încărcări ;

1,25 — dacă încărcarea locală este aplicată la capătul unui zid, pe o lungime mai mică decît grosimea zidului (fig. 4, *b*).

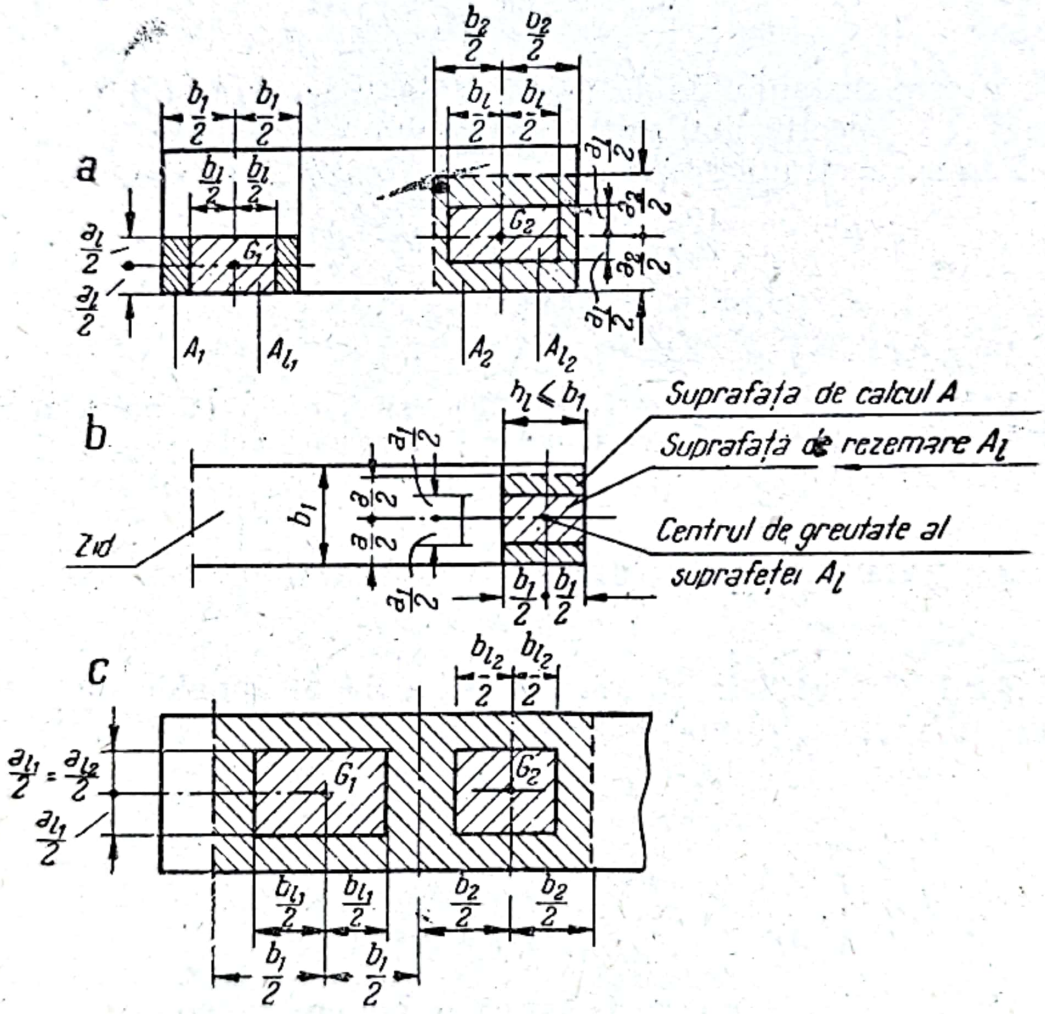


Fig. 4. Calculul elementelor de beton la compresiune locală.

Observație

Dacă pe un același element de rezemare se aplică mai multe încărcări, la determinarea suprafețelor de calcul A nu se admite suprapunerea a două suprafețe alăturate (fig. 4, *c*).

Scanned with OKEN Scanner

5. CALCULUL ELEMENTELOR DE CONSTRUCȚII DIN BETON ARMAT

5.1. CALCULUL ELEMENTELOR DE BETON ARMAT LA STAREA LIMITĂ DE REZISTENȚĂ ȘI DE STABILITATE (FLAMBAJ)

5.1.1. Prescripții generale

5.1.1.1. Calculul elementelor de beton armat la starea limită de rezistență se face în secțiuni normale și în secțiuni înclinate pe axa elementului, ținînd seamă de prevederile cap. 2.

5.1.1.2. La elementele executate din betoane și armături de calități diferite, fiecare calitate de beton și armătură se introduce în calcul cu rezistența corespunzătoare. În relațiile ce urmează se vor înlocui în acest caz valorile $A_a R_a$, $A_b R_b$, $S_b R_t$ cu $\sum A_a R_a$, $\sum A_b R_b$, $\sum S_b R_t$.

5.1.1.3. La elementele solicitate la încovoiere, compresiune excentrică cu excentricitate mare și întindere excentrică cu excentricitate mare, cu armătura întinsă dispusă pe mai multe rînduri, și la care raportul $\frac{y_G}{y_1} < 0{,}9$, capacitatea portantă a elementului determinată prin calcul se reduce prin multiplicare cu coeficientul condițiilor de lucru

$$m_r = \frac{y_G}{y_1},$$

în care : y_G este distanța de la axa neutră pînă la centrul de greutate al armăturilor întinse, iar

y_1 — distanța de la axa neutră la rîndul de armături cel mai apropiat de latura întinsă a secțiunii (fig. 5).

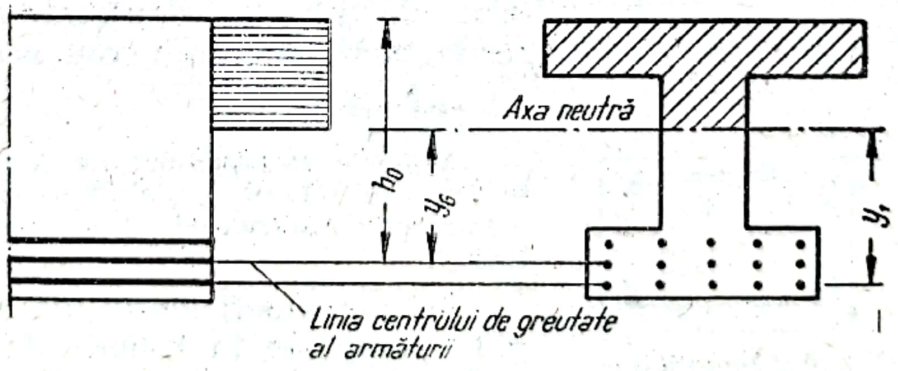


Fig. 5. Elemente necesare determinării coeficientului condițiilor de lucru m_r

Scanned with OKEN Scanner

Observație

Prevederile acestui punct nu se aplică la secțiunile circulare avînd armăturile uniform distribuite pe contur.

5.1.1.4. Calculul elementelor cu carcase portante sudate se face în două etape :

a) ca o construcție metalică, fără a ține seamă de conlucrarea betonului, pentru solicitările care iau naștere în elementele de construcție în timpul execuției, pînă la întărirea betonului ; calculul se face conform prescripțiilor pentru proiectarea construcțiilor metalice ;

b) ca o construcție de beton armat, pentru solicitările totale provocate de încărcările de calcul, independent de calculul de la punctul a).

5.1.1.5. Pentru calculul zonelor de rezemare sau de aplicare a unor forțe concentrate se vor respecta prevederile de la punctul 6.10.8.

5.1.2. Compresiune centrică

5.1.2.1. Elementele solicitate la compresiune centrică, armate cu bare longitudinale și prevăzute cu etrieri (fig. 6), se calculează cu ajutorul relației (5.1) :

$$N \leqslant \varphi (A_b R_{pr} + A_a R_a), \qquad (5.1)$$

unde φ este coeficientul de flambaj pentru elemente de beton armat.

Aria secțiunii de beton A_b, se ia egală cu aria întregii secțiuni transversale, dacă procentul de armare pentru armătura longitudinală nu depășește 3%. Dacă acest procent de armare depășește 3%, se scade aria secțiunii de armătură.

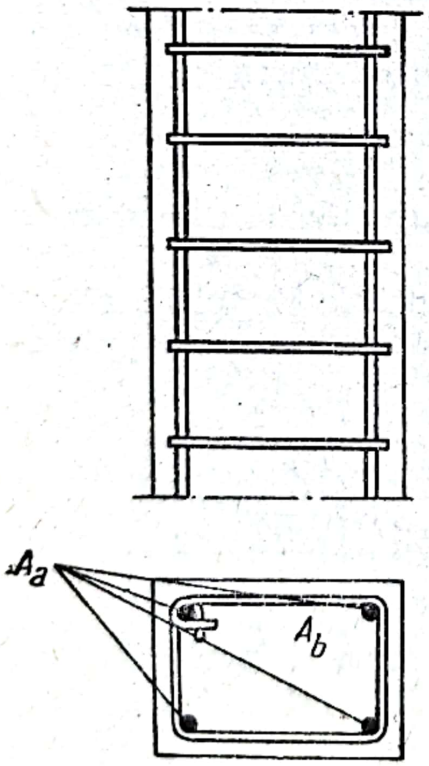


Fig. 6. Calculul elementelor de beton armat solicitate la compresiune centrică.

Observație

Valorile rezistențelor de calcul, R_{pr} se iau din tabela 5, ținînd seamă și de prevederile observației de la această tabelă.

5.1.2.2. Coeficientul de flambaj φ se stabilește în funcție de durata de acționare a încărcărilor, după cum urmează :

Scanned with OKEN Scanner

a) pentru o încărcare de scurtă durată, indiferent de valoarea ei, precum și pentru o încărcare de lungă durată egală cu cel mult 50% din întreaga încărcare de calcul, φ_{sd} ;

b) pentru o încărcare de lungă durată egală cu încărcarea totală de calcul, φ_{ld} ;

c) pentru valori intermediare ale încărcării de lungă durată, se interpolează liniar între φ_{sd} și φ_{ld}.

φ_{sd} este coeficientul de flambaj pentru încărcarea de scurtă durată,

φ_{ld} — coeficientul de flambaj pentru încărcarea de lungă durată.

Sînt considerate încărcări de lungă durată :

— încărcările permanente,

— greutatea utilajelor fixe,

— întreaga încărcare temporară care poate să acționeze neîntrerupt timp de cel puțin 6 luni (de exemplu încărcarea utilă a bibliotecilor, a unor depozite etc.).

Valorile coeficienților de flambaj φ_{sd} și φ_{ld} se dau în tabela 21, în funcție de raportul $\frac{l_f}{b}$ pentru secțiuni dreptunghiulare, $\frac{l_f}{D}$ pentru secțiuni circulare, și $\frac{l_f}{i}$ pentru secțiuni oarecare.

Notațiile au semnificațiile de la punctul 4.2.2, D fiind diametrul secțiunii de beton.

5.1.2.3. Stîlpii solicitați la compresiune centrică, prevăzuți cu armătură transversală în formă de fretă (fig. 7) sau inele sudate și la care nu se ia în considerare în calcul flambajul $\left(\frac{l_f}{D} \leqslant 10, \text{ respectiv } \frac{l_f}{i} \leqslant 34{,}6\right)$, se calculează cu ajutorul relației (5.2) :

$$N \leqslant A_{bs} R_{pr} + A_a R_a + 2{,}5 A_{as} R_{as}, \qquad (5.2)$$

în care : A_{bs} este aria secțiunii de beton cuprinsă în interiorul fretei ;

A_{as} — aria convențională a secțiunii fretei, determinată cu ajutorul relației :

$$A_{as} = \frac{\pi d_s A_s}{s} \qquad (5.3)$$

și unde : d_s este diametrul sîmburelui de beton fretat ;

A_s — aria secțiunii transversale a fretei ;

s — pasul fretei ;

R_{as} — rezistența de calcul a fretei ;

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 21

Coeficienți de flambaj φ_{sd} și φ_{ld} pentru elemente de beton armat

$\frac{l_f}{b}$	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40
$\frac{l_f}{D}$	8,6	10,4	12,1	13,8	15,6	17,3	19,1	20,8	22,5	24,3	26,0	27,7	29,4	31,2	32,8	34,6
$\frac{l_f}{i}$	34,6	41,6	48,5	55,4	62,3	69,3	76,2	83,1	90,1	97,0	104	111	118	125	132	139
φ_{sd}	1	0,96	0,92	0,88	0,84	0,79	0,75	0,70	0,65	0,61	0,56	0,51	0,47	0,42	0,38	0,34
φ_{ld}	1	0,96	0,92	0,86	0,77	0,69	0,61	0,54	0,46	0,40	0,34	0,29	0,24	0,19	0,15	0,12

Observație

Dacă nu se face un calcul mai exact, lungimile de flambaj l_f care se introduc în calcul pot fi luate conform anexei I.

Scanned with OKEN Scanner

R_{pr} — rezistența prismatică conform tabelei 5, ținînd seamă și de observația de la această tabelă.

Luarea în considerare a fretei la calculul stîlpilor comprimați centric este permisă numai dacă aria convențională a secțiunii fretei reprezintă cel puțin 25% din aria secțiunii de armătură longitudinală.

Capacitatea portantă a stîlpului fretat se consideră egală cu valoarea calculată cu ajutorul relației (5.2), însă cel puțin egală cu valoarea calculată cu ajutorul relației (5.1), neglijîndu-se aportul fretei sau al inelelor sudate, și nu mai mare decît 1,5 ori valoarea calculată cu relația (5.1).

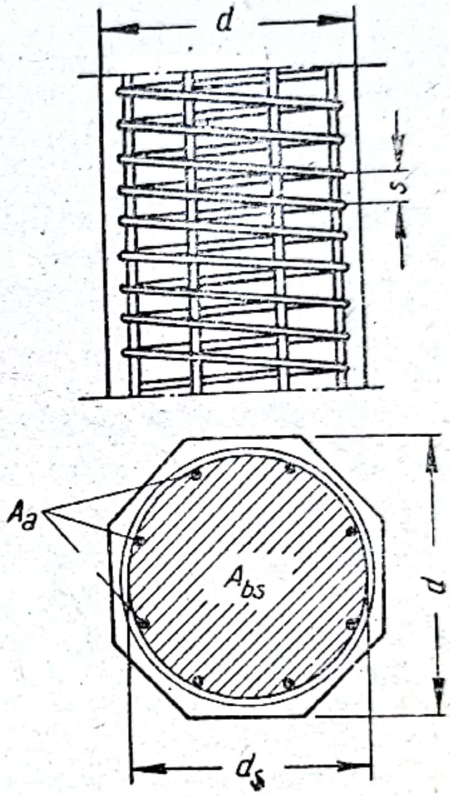


Fig. 7. Stîlpi fretați.

5.1.2.4. Stîlpii solicitați la compresiune centrică, prevăzuți cu armătură transversală în formă de fretă sau inele sudate și la care se ia în considerare în calcul flambajul $\left(\frac{l_f}{D} > 10\right.$, respectiv $\left.\frac{l_f}{i} > 34{,}6\right)$ se calculează cu ajutorul relației (5.1), neglijîndu-se aportul fretei sau al inelelor sudate.

5.1.3. Întindere centrică

5.1.3.1. Elementele solicitate la întindere centrică se calculează cu ajutorul relației (5.4):

$$N \leqslant A_a R_a . \tag{5.4}$$

5.1.4. Încovoiere. Calculul în secțiuni normale pe axa elementului

5.1.4.1. Elementele solicitate la încovoiere, cu secțiune dreptunghiulară, T, I, sau casetată, simplu armate (fig. 8), se

Scanned with OKEN Scanner

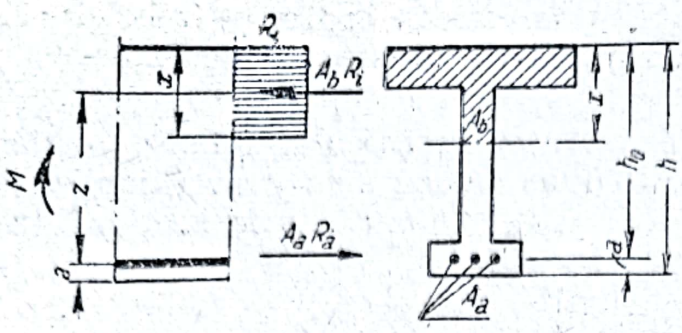


Fig. 8. Calculul elementelor de beton armat, simplu armate, solicitate la încovoiere.

calculează, în secţiuni normale pe axa elementului, cu ajutorul relaţiei (5.5) :

$$M \leqslant S_b R_l , \qquad (5.5)$$

poziţia axei neutre fiind determinată pe baza relaţiei (5.6) :

$$A_b R_l = A_a R_a , \qquad (5.6)$$

respectîndu-se şi condiţia (5.7) :

$$S_b \leqslant 0{,}8\, S_0 . \qquad (5.7)$$

În relaţiile (5.5) ... (5.7) :

A_b este aria zonei comprimate a secţiunii de beton ;

S_b — momentul static al zonei comprimate de beton faţă de centrul de greutate al armăturii întinse ;

S_0 — momentul static al întregii secţiuni utile de beton (de înălţime h_0) faţă de centrul de greutate al armăturii întinse.

Observaţii

a) Suprafaţa plăcii situată în zona întinsă (la secţiuni I sau T cu talpa în zona întinsă) nu se introduce în calculul momentelor statice.

b) La secţiunile cu placa în zona comprimată, lăţimea aripilor plăcii determinată conform punctului 5.1.4.9, se va considera în calcul multiplicată cu coeficientul 0,8.

5.1.4.2. Elementele solicitate la încovoiere cu secţiune dreptunghiulară, simplu armate (fig. 9), se calculează în secţiuni normale cu ajutorul relaţiei (5.8) :

$$M \leqslant b\, x\, R_l \left(h_0 - \frac{x}{2} \right), \qquad (5.8)$$

înălţimea zonei comprimate de beton, x, determinîndu-se cu ajutorul relaţiei (5.9) :

$$x = \frac{A_a R_a}{b R_l} . \qquad (5.9)$$

Scanned with OKEN Scanner

Condiția (5.7) devine :

$$x \leqslant 0{,}55\, h_0 . \qquad (5.7')$$

Se recomandă folosirea tabelei de calcul din anexa II.

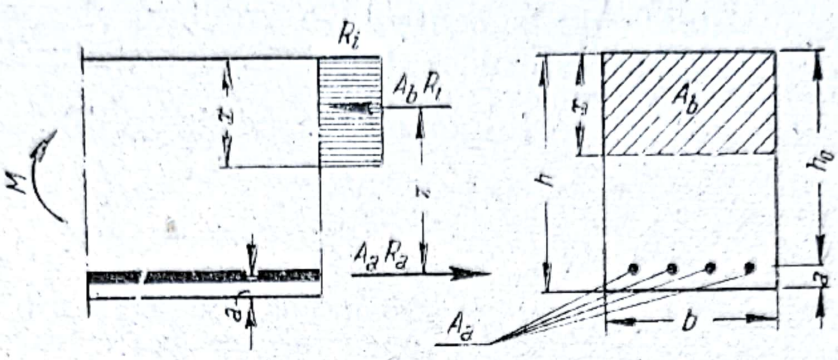


Fig. 9. Calculul elementelor de beton armat cu secțiunea dreptunghiulară, simplu armate, solicitate la încovoiere.

5.1.4.3. Se va prevedea o armătură de rezistență în zona comprimată a elementelor încovoiate, numai în cazul unei înălțimi limitate de construcție, în cazul secțiunilor solicitate de momente de semn contrar, precum și în alte condiții speciale.

5.1.4.4. Elementele solicitate la încovoiere, cu secțiune dreptunghiulară, T, I sau casetată, dublu armate (fig. 10), se calculează în secțiuni normale cu ajutorul relației (5.10) :

$$M \leqslant S_b R_i + A_a' R_a (h_0 - a'), \qquad (5.10)$$

poziția axei neutre fiind determinată pe baza relației (5.11) :

$$A_b R_i = (A_a - A_a') R_a. \qquad (5.11)$$

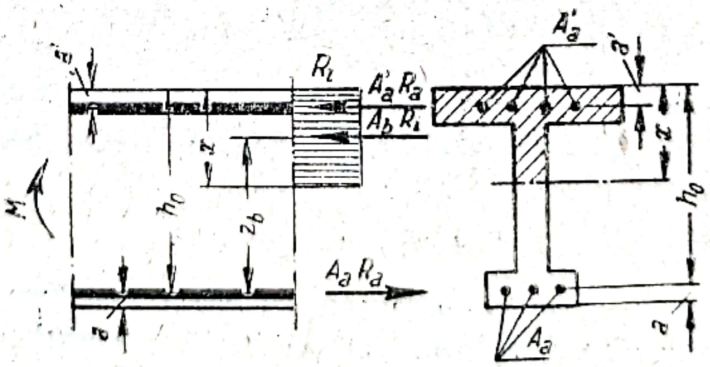


Fig. 10. Calculul elementelor de beton armat, dublu armate, solicitate la încovoiere.

Scanned with OKEN Scanner

Secțiunile dublu armate trebuie să satisfacă atît condiția (5.7) cît și condiția (5.12) :

$$z_b \leqslant h_0 - a' , \qquad (5.12)$$

z_b fiind distanța de la centrul de greutate al zonei comprimate de beton la centrul de greutate al armăturii întinse.

Se recomandă să se respecte și condiția (5.13) :

$$M \leqslant S_0 R_t . \qquad (5.13)$$

Observație

La secțiunile cu placă în zona comprimată, lățimea aripilor plăcii determinată conform punctului 5.1.4.9, se va considera în calcul multiplicată cu coeficientul 0,8 (punctul 5.1.4.8).

5.1.4.5. Elementele solicitate la încovoiere, cu secțiune dreptunghiulară, dublu armate, se calculează în secțiuni normale cu ajutorul relației (5.14) :

$$M \leqslant b\, x\, R_t \left(h_0 - \frac{x}{2} \right) + A'_a\, R_a\, (h_0 - a') , \qquad (5.14)$$

înălțimea zonei comprimate a betonului x determinîndu-se cu ajutorul relației (5.15) :

$$x = \frac{(A_a - A'_a) R_a}{b R_t} . \qquad (5.15)$$

Secțiunea trebuie să satisfacă condițiile (5.7′) și (5.12′) :

$$x \geqslant 2a' . \qquad (5.12')$$

Se recomandă să se respecte și condiția (5.13′):

$$M \leqslant 0{,}5\, b h_0^2 R_t . \qquad (5.13')$$

5.1.4.6. Elementele ale căror secțiuni nu respectă condiția (5.12), respectiv (5.12′), se calculează cu ajutorul relației (5.10′) :

$$M \leqslant A_a\, R_a\, (h_0 - a') . \qquad (5.10')$$

Capacitatea portantă a secțiunii se consideră egală cu valoarea rezultată din relația (5.10′), însă cel puțin egală cu capacitatea portantă calculată ca pentru o secțiune simplu armată, neglijîndu-se aportul armăturii din zona comprimată.

Scanned with OKEN Scanner

5.1.4.7. Pentru plăci mărginite pe contur de grinzi cu care sînt legate monolit, calculate fără a ține seamă de împingerile ce apar la starea limită, expresiile din partea dreaptă a inegalităților din relațiile (5.5), (5.8), (5.10) și (5.14), respectiv (5.10'), se multiplică cu următorii coeficienți ai condițiilor de lucru :

a) în toate secțiunile din cîmpul deschiderilor intermediare și în cele din dreptul tuturor reazemelor intermediare, începînd cu al treilea reazem de la marginea planșeului, $m = 1{,}25$;

b) în deschiderile marginale și pe al doilea reazem de la marginea planșeului :

— pentru $\frac{l_m}{l} < 1{,}5$, $m = 1{,}25$;

— pentru $1{,}5 \leqslant \frac{l_m}{l} < 2$, $m = 1{,}10$,

în care : l_m este deschiderea de calcul a plăcii pe direcția paralelă cu marginea planșeului ;

l — deschiderea de calcul pe direcție perpendiculară pe marginea planșeului (fig. 11).

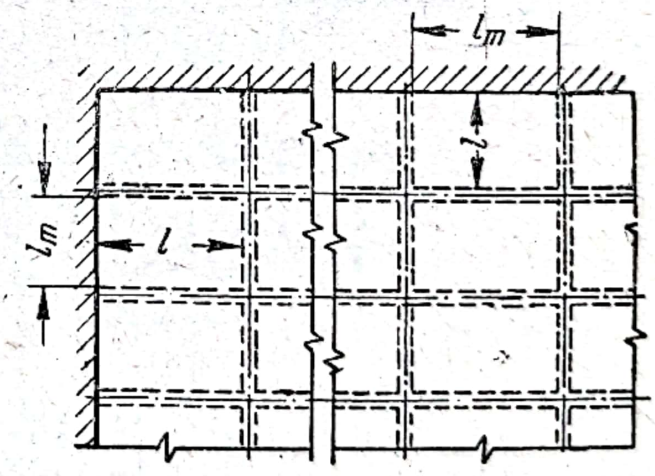


Fig. 11. Plăci mărginite pe contur de grinzi cu care sînt legate monolit.

5.1.4.8. Elementele solicitate la încovoiere, cu placă în zona comprimată (secțiuni T,I sau casetate), se calculează, în secțiuni normale pe axa elementului, după cum urmează :

a) dacă axa neutră cade în placă (fig. 12, *a*) respectiv dacă

$$[b + 0{,}8\,(b_p - b)]\,h_p\,R_t \geqslant (A_a - A_a')\,R_a\,, \qquad (5.16)$$

calculul se face ca pentru o secțiune dreptunghiulară de lățime [b + 0,8 (b_p — b)], respectîndu-se însă condiția (5.7), în care S_0 se determină ca pentru o secțiune T ;

b) dacă axa neutră cade în inima grinzii (fig. 12, *b*) calculul se face cu ajutorul relației (5.17) :

$$M \leqslant \left[b\,x\left(h_0 - \frac{x}{2}\right) + 0{,}8\,(b_p - b)\,h_p\left(h_0 - \frac{h_p}{2}\right)\right] R_i + \\ + A'_a\,R_a\,(h_0 - a'), \qquad (5.17)$$

poziția axei neutre fiind determinată pe baza relației (5.18) :

$$x = \frac{(A_a - A'_a)\,R_a - 0{,}8\,(b_p - b)\,h_p R_i}{bR_i}. \qquad (5.18)$$

În relațiile (5.16) ... (5.18) :

h_p este înălțimea plăcii situată în zona comprimată ;

b_p — lățimea acestei plăci, determinată ținînd seamă de prevederile punctului 5.1.4.9.

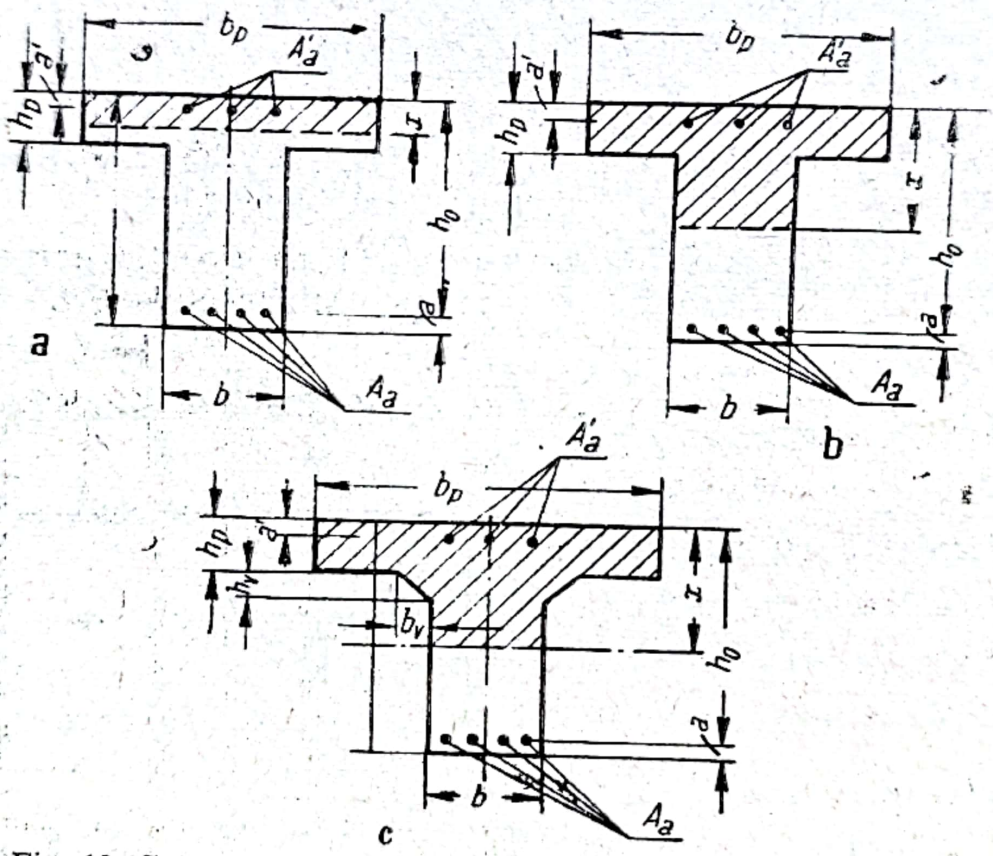


Fig. 12. Calculul elementelor de beton armat cu secțiune T solicitate la încovoiere :

a – cu axa neutră în placă ; *b* – cu axa neutră în inimă ; *c* – cu axa neutră în inimă, placa avînd vute.

5.1.4.9. Lățimea plăcii b_p, care se ia în considerare în calcul, este egală cu lățimea reală a plăcii, dar cel mult lățimea ce rezultă adăugînd la lățimea inimii, de fiecare parte,

Scanned with OKEN Scanner

$^1/_2$ din distanța între nervuri (lumina) sau $^1/_6$ din deschiderea elementului ce se calculează.

În afară de aceasta, pentru elementele care nu sînt rigidizate prin nervuri transversale, lățimea plăcii de fiecare parte a inimii (fig. 12, c) nu va depăși valorile menționate în cele ce urmează pentru cazurile specificate:

a) pentru grinzile independente (cu placa în consolă),

— dacă $h_p \geqslant 0{,}1\,h$, cel mult $b'_v + 6h_p$;

— dacă $0{,}05\,h \leqslant h_p < 0{,}1\,h$, cel mult $b'_v + 3h_p$;

— dacă $h_p < 0{,}05\,h$, nu se ia în considerare aportul plăcii;

b) pentru nervurile planșeelor prefabricate sau monolit cu $h_p < 0{,}1\,h$, cel mult $b'_v + 6h_p$.

Observație

Lățimea de calcul a vutei, b'_v, este egală cu lățimea reală a vutei b_v, însă maximum de 3 ori înălțimea vutei.

5.1.4.10. Elementele de formă inelară (tubulară) solicitate la încovoiere, avînd armătura longitudinală uniform distribuită pe contur (fig. 13), se calculează în secțiuni normale cu ajutorul relației (5.19):

$$M \leqslant \frac{1}{\pi}\left(AR_l\,\frac{r_1 + r_2}{2} + 2\,A_a R_a r_a\right)\sin\theta, \qquad (5.19)$$

$$\theta = \pi\alpha_K = \frac{\pi\,A_a R_a}{AR_l + 2\,A_a R_a}, \qquad (5.20)$$

în care: A este aria întregii secțiuni de beton;

A_a — aria întregii secțiuni de armătură longitudinală;

r_1 și r_2 — raza interioară și raza exterioară a secțiunii inelare;

r_a — raza cercului după care sînt dispuse armăturile longitudinale.

Calculul cu ajutorul relației (5.19) se poate face dacă:

$$\theta \leqslant 0{,}3\,\pi. \qquad (5.21)$$

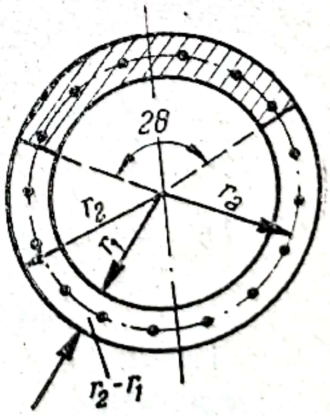


Fig. 13. Calculul elementelor de beton armat cu secțiune inelară, solicitate la încovoiere.

5.1.4.11. Elementele cu secțiune dreptunghiulară, T, I sau casetată, solicitate la încovoiere într-un plan care nu este paralel cu planul de simetrie

Scanned with OKEN Scanner

(încovoiere oblică, fig. 14) se calculează în secţiuni normale, cu ajutorul relaţiei (5.22) :

$$M \leqslant A_b \; R_i \; z_b + A'_a \; R_a \; z_a, \qquad (5.22)$$

cu excepţia cazurilor prevăzute la punctul 5.1.4.13.

Poziţia axei neutre se determină, prin încercări succesive, cu ajutorul relaţiei (5.11), ţinînd seamă şi de relaţia (5.23) :

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{M_y}{M_x}, \qquad (5.23)$$

unde : β este unghiul dintre axa de simetrie a secţiunii şi planul de acţiune al celor două forţe rezultante interioare : rezultanta eforturilor de compre-

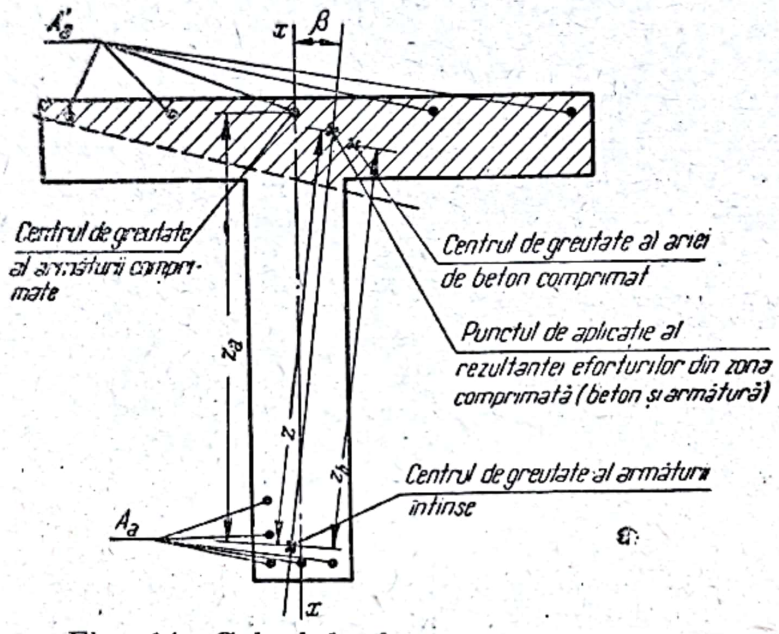


Fig. 14. Calculul elementelor de beton armat solicitate la încovoiere oblică.

siune (din betonul comprimat şi din armătura comprimată) şi rezultanta eforturilor de întindere (din armătura întinsă) ;

M_x — componenta momentului încovoietor care acţionează în planul de simetrie al secţiunii ;

M_y — componenta momentului încovoietor care acţionează într-un plan normal pe axa de simetrie a secţiunii.

5.1.4.12. La elementele solicitate la încovoiere oblică, trebuie respectată condiţia :

$$x \leqslant 0{,}4\, h_0, \qquad (5.24)$$

atît pentru calculul numai sub acţiunea momentului M_x, cît şi pentru calculul numai sub acţiunea momentului M_y.

Scanned with OKEN Scanner

5.1.4.13. Elementele ale căror secțiuni nu respectă condiția (5.25) :

$$z_b \leqslant z_a , \tag{5.25}$$

se calculează cu ajutorul relației (5.26) :

$$M \leqslant A_a R_a z_a . \tag{5.26}$$

Capacitatea portantă a secțiunii se consideră egală cu valoarea rezultată din relația (5.26), însă cel puțin egală cu capacitatea portantă calculată ca pentru o secțiune simplu armată neglijîndu-se aportul armăturii din zona comprimată.

5.1.5. Încovoiere. Calculul în secțiuni înclinate pe axa elementului

5.1.5.1. Calculul la starea limită de rezistență în secțiuni înclinate față de axa elementului se face atît la moment încovoietor, cît și la forță tăietoare.

Momentul încovoietor în secțiunea înclinată se determină față de centrul de greutate al zonei comprimate.

Ca valoare de calcul a forței tăietoare în secțiunea înclinată se consideră valoarea maximă a forței tăietoare de pe lungimea secțiunii înclinate ; partea din încărcare aplicată pe lungimea proiecției secțiunii înclinate, care reduce forța tăietoare, nu se ia în considerare decît în cazurile menționate la punctul 5.1.5.2.

Pentru încărcări mobile, calculul barelor înclinate și al etrierilor se face pe baza diagramei înfășurătoare a forțelor tăietoare maxime.

5.1.5.2. Pentru elementele calculate numai la o singură schemă de încărcare, cu o încărcare uniform distribuită p, forța tăietoare se determină ținînd seamă și de partea din încărcare aplicată pe lungimea proiecției secțiunii înclinate care reduce forța tăietoare, în cazul cînd :

a) încărcările sînt îndreptate de sus în jos și aplicate pe fața superioară a elementului ;

b) încărcările sînt îndreptate de jos în sus și aplicate pe fața inferioară a elementului.

5.1.5.3. Calculul în secțiuni înclinate la moment încovoietor nu este necesar la grinzile cu înălțime constantă sau cu înălțime variind continuu (cu vute), dacă se respectă condițiile prevăzute la punctele 7.1.7.3, 7.1.7.4, 7.1.8.6 și 7.1.8.7.

Scanned with OKEN Scanner

Pentru grinzile cu variaţie bruscă a înălţimii, este necesară verificarea la moment încovoietor în secţiunea înclinată pornind din colţul intrînd (fig 15).

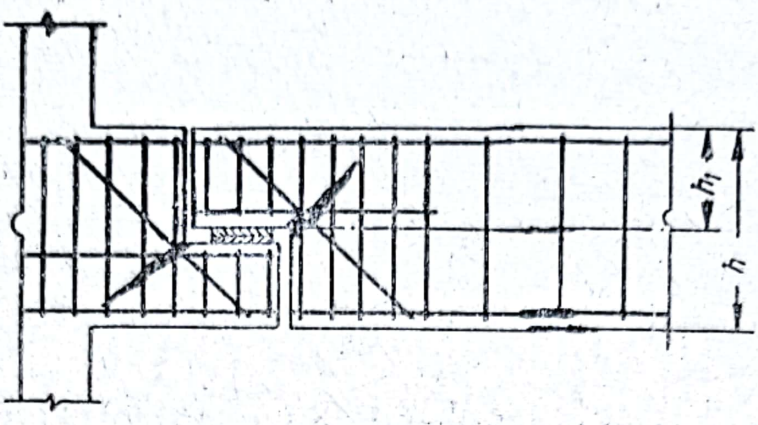


Fig. 15. Calculul în secţiuni înclinate la grinzi cu variaţie bruscă a înălţimii.

5.1.5.4. Calculul în secţiuni înclinate la moment încovoietor (fig. 16) se face cu ajutorul relaţiei (5.27) :

$$M \leqslant A_a R_a z + \sum A_{ai} R_a z_i + \sum A_{e,t} R_a z_e , \qquad (5.27)$$

în care : A_{ai} este aria secţiunii fiecărei bare înclinate care întretaie secţiunea considerată ;

$A_{e,t}$ — aria secţiunii transversale a tuturor ramurilor unui etrier ;

z, z_i şi z_e — distanţa de la centrul de greutate al secţiunii armăturilor longitudinale întinse, respectiv distanţa de la fiecare armătură înclinată sau de la fiecare etrier considerat, pînă la centrul de greutate al zonei comprimate.

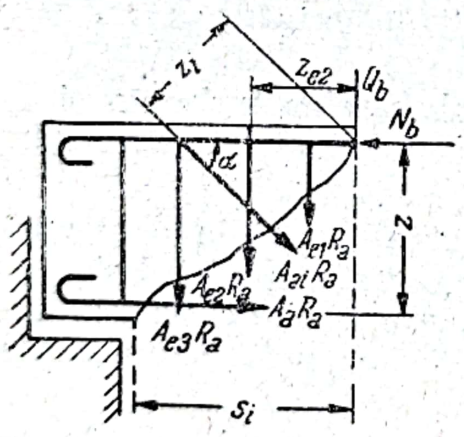


Fig. 16. Mărimi şi notaţii pentru calculul în secţiuni înclinate.

Observaţie

Poziţia axei neutre se determină din condiţia (5.11), ca pentru o secţiune normală pe axa elementului, situată la extremitatea din zona comprimată a secţiunii înclinate.

5.1.5.5. Direcţia secţiunii înclinate celei mai defavorabile pentru calculul la moment încovoietor, respectiv înclinarea secţiunii care se ia în considerare în calculul pe baza relaţiei (5.27), se poate stabili cu ajutorul relaţiei (5.28):

$$Q_0 = \sum A_{ai} R_a \sin \alpha + \sum A_{e,t} R_a , \qquad (5.28)$$

Scanned with OKEN Scanner

unde : Q_0 este forța tăietoare de calcul la extremitatea din zona comprimată a secțiunii înclinate ;

α — unghiul de înclinare al barelor ridicate față de axa elementului.

Stabilirea direcției se face prin încercări, ținînd seamă de faptul că sumarea eforturilor din membrul doi al relației (5.28) se face pe lungimea secțiunii înclinate, s_t.

5.1.5.6. Elementele de construcții cu secțiune dreptunghiulară, T, I și casetată vor fi astfel dimensionate încît să fie respectată condiția (5.29) :

$$Q \leqslant 4\, bh_0 R_t\,. \tag{5.29}$$

5.1.5.7. Calculul în secțiuni înclinate la forțe tăietoare nu mai este necesar dacă este satisfăcută relația (5.30):

$$Q \leqslant bh_0 R_t\,. \tag{5.30}$$

În acest caz, etrierii și barele înclinate se dispun constructiv, conform indicațiilor de la punctele 7.1.8 și 7.1.12.

Pentru zonele în care relația (5.30) nu este satisfăcută, se calculează etrierii și barele înclinate necesare, în conformitate cu prevederile punctelor 5.1.5.9... 5.1.5.15.

5.1.5.8. Calculul în secțiuni înclinate, la forțe tăietoare, se face în următoarele secțiuni ale elementelor (fig. 17) :

a) în secțiunile de la marginea reazemului ;

b) în secțiunile care trec prin punctele de ridicare a barelor înclinate ;

c) în secțiunile din dreptul punctelor de schimbare a distanței dintre etrieri.

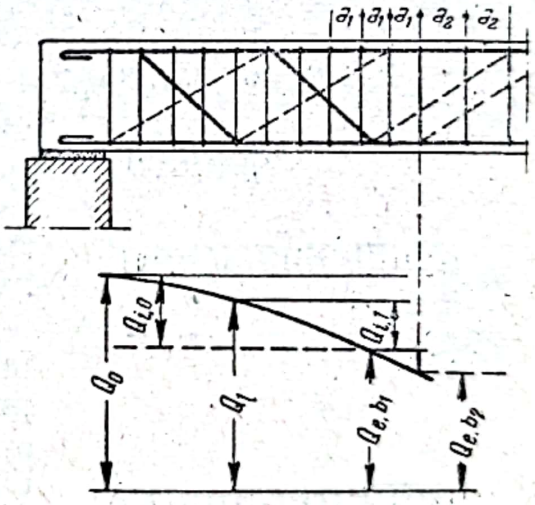


Fig. 17. Calculul în secțiuni înclinate, la forță tăietoare.

5.1.5.9. Calculul în secțiuni înclinate, la forțe tăietoare, al elementelor cu înălțime constantă se face cu ajutorul relației (5.31) :

$$Q \leqslant \sum A_{at} R_{at} \sin \alpha + \sum A_{e,t} R_{at} + Q_b\,, \tag{5.31}$$

unde : Q_b este proiecția pe normala la axa elementului a solicitării limită pe care o poate prelua zona comprimată de beton a secțiunii înclinate.

Scanned with OKEN Scanner

Valoarea lui Q_b pentru elemente cu secţiune dreptunghiulară, T, I sau casetată se determină cu ajutorul relaţiei (5.32):

$$Q_b = \frac{0{,}15\, bh_0^2 R_t}{s_t}, \qquad (5.32)$$

unde : s_t este lungimea proiecţiei pe axa elementului a secţiunii înclinate.

5.1.5.10. Pentru grinzi cu înălţime variabilă, la care momentul încovoietor creşte în valoare absolută în acelaşi sens cu creşterea înălţimii secţiunii, calculul în secţiuni înclinate la forţe tăietoare se face după cum urmează :

a) Pentru grinzi cu latura întinsă înclinată şi latura comprimată orizontală (fig. 18, *a*), cu ajutorul relaţiei (5.33) :

$$Q \leqslant \sum A_i R_{at} \sin \alpha + \sum A_{e,t} R_{at} + Q_b + \frac{M \operatorname{tg} \beta}{z}, \qquad (5.33)$$

în care : Q_b este determinat prin relaţia (5.32) pentru înălţimea minimă a grinzii pe lungimea secţiunii înclinate ;

β — unghiul laturii înclinate a grinzii faţă de orizontală ;

M şi z — momentul încovoietor, respectiv braţul cuplului interior al eforturilor în secţiunea verticală care trece prin capătul din zona comprimată al porţiunii înclinate.

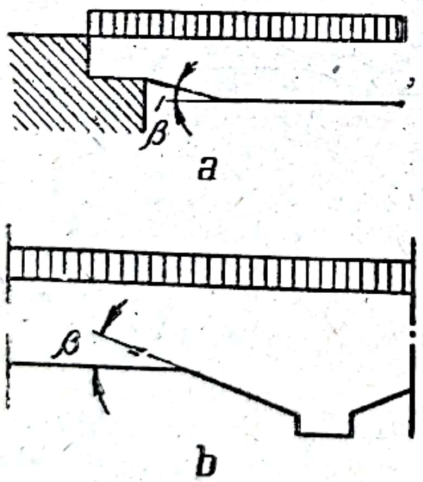


Fig. 18. Grinzi cu înălţime variabilă.

b) Pentru grinzi cu latura întinsă orizontală şi latura comprimată înclinată (fig. 18, *b*), cu ajutorul relaţiei (5.31), în care Q_b se determină pentru înălţimea utilă medie a grinzii pe lungimea secţiunii înclinate.

5.1.5.11. Distanţa maximă dintre etrieri, în cazul cînd sînt necesari din calcul, se determină cu ajutorul relaţiei (5.34) :

$$a_{max} = \frac{0{,}1\, bh_0^2 R_t}{Q}, \qquad (5.34)$$

unde Q este forţa tăietoare maximă în porţiunea de grindă considerată.

Scanned with OKEN Scanner

5.1.5.12. Forța tăietoare minimă $Q_{e,b}$, ce poate fi preluată numai de beton și etrieri se determină cu ajutorul relației (5.35) :

$$Q_{e,b} = \sqrt{0{,}6\, b h_0^2 R_t\, q_e} - A_{e,t}\, R_{at}, \qquad (5.35)$$

unde q_e este efortul limită preluat de etrieri pe unitatea de lungime, determinat cu ajutorul relației (5.36) :

$$q_e = \frac{A_{e,t}\, R_{at}}{a}, \qquad (5.36)$$

a fiind distanța dintre etrieri.

Lungimea proiecției pe axa elementului a secțiunii înclinate celei mai defavorabile, pe baza căreia a fost stabilită relația (5.33), este :

$$s_{i,o} = \sqrt{\frac{0{,}15\, b h_0^2 R_t}{q_e}}. \qquad (5.37)$$

Dacă lungimea $s_{i,0}$, determinată cu ajutorul relației (5.37) este mai mare decît distanța de la secțiunea de calcul considerată (conform pct. 5.1.5.8) pînă la forța concentrată cea mai apropiată, se face verificarea cu relațiile (5.31) sau (5.33) pentru secțiunea înclinată care trece prin punctul de aplicație al forței concentrate.

Observație

Pentru cazurile prevăzute la punctul 5.1.5.2, în relațiile (5.35) și (5.37), în locul valorilor q_e se introduc valorile $q_e + p$.

În valoarea lui p va fi cuprinsă și greutatea proprie a elementului, înmulțită cu coeficientul 0,5.

5.1.5.13. Forța tăietoare minimă $Q_{e,b}$, ce poate fi preluată de beton și etrieri înclinați la 45° față de axa elementului se calculează cu ajutorul relației (5.38) :

$$Q_{e,b} = \sqrt{0{,}6\, b h_0^2 R_t\, q_{e,t}} + q_{e,t} h_0 - \frac{A_{e,t}\, R_{at}}{\sqrt{2}}, \qquad (5.38)$$

$$\text{unde : } q_{e,t} = \frac{A_{e,t}\, R_{at}}{a\sqrt{2}}. \qquad (5.39)$$

Observație

Pentru cazurile prevăzute la punctul 5.1.5.2, în relația (5.38) în locul valorilor q_e se introduc valorile $q_e + p$.

În valoarea lui p va fi cuprinsă și greutatea proprie a elementului, înmulțită cu coeficientul 0.5.

Scanned with OKEN Scanner

5.1.5.14. Dacă $Q > Q_{e,b}$, se vor prevedea și bare înclinate, a căror secțiune se determină cu ajutorul relației (5.40):

$$A_i = \frac{Q - Q_{e,b}}{R_{at} \sin \alpha}, \qquad (5.40)$$

unde Q este forța tăietoare de calcul determinată după cum urmează (v. fig. 17):

a) pentru barele ridicate în prima secțiune (de la reazem), forța tăietoare de la marginea reazemului;

b) pentru barele ridicate în secțiunile următoare, forța tăietoare în dreptul punctului inferior al porțiunii înclinate a barei precedente.

Observații

a) Dacă barele înclinate rezultate din relația (5.40) nu se ridică în aceeași secțiune, se vor face verificări, prin relațiile (5.31) sau (5.33), în secțiuni înclinate care taie numai o parte din aceste bare (v. fig. 17).

b) Distribuția barelor înclinate, în cazul cînd sînt necesare din calcul, va respecta condițiile prevăzute la punctele 7.1.8.6 și 7.1.8.7.

5.1.5.15. Elementele de construcții fără etrieri (de exemplu plăcile) se calculează cu ajutorul relațiilor (5.31) sau (5.33) în care se înlocuiește $A_{e,t} = 0$. Calculul se face în secțiuni înclinate pornind în zona întinsă de la marginea reazemului și de la punctele de îndoire ale barelor înclinate și terminîndu-se în zona comprimată fie în dreptul capetelor porțiunilor înclinate, fie în punctele de aplicație ale forțelor concentrate (fig. 19).

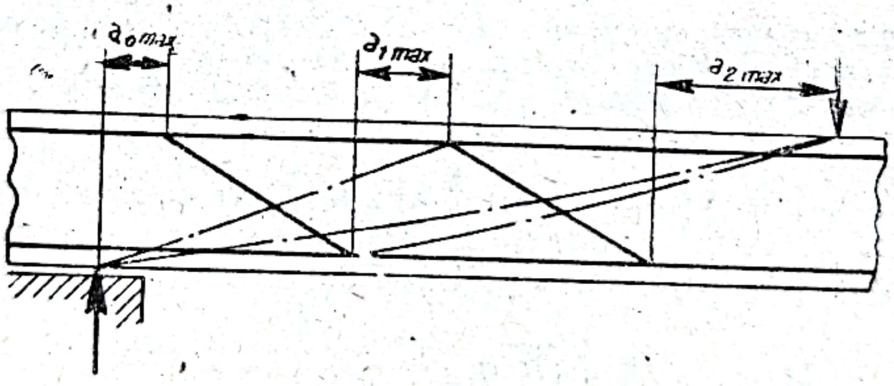


Fig. 19. Calculul în secțiuni înclinate la elemente fără etrieri.

Pentru cazurile prevăzute la punctul 5.1.5.2, calculul barelor înclinate necesare la elementele fără etrieri se face cu ajutorul relației (5.41):

$$A_i = \frac{Q - \sqrt{0{,}6\, b h_0^2 R_{tp}}}{R_{at} \sin \alpha}. \qquad (5.41)$$

Scanned with OKEN Scanner

5.1.5.16. Pentru cazurile în care se permite întreruperea unor bare longitudinale de armătură în zona întinsă (în conformitate cu prevederile punctului 7.1.7.7), aceste bare se vor prelungi, dincolo de secțiunea verticală în care nu mai sînt necesare după calculul la moment încovoietor, cu cel puțin 20 d și cel puțin lungimea w determinată după cum urmează :

— pentru elemente cu înălțime constantă, cu ajutorul relației (5.42) :

$$w = \frac{Q - Q_i}{2\bar{q}_e} + 5d; \qquad (5.42)$$

— pentru grinzi cu înălțime variabilă, avînd latura întinsă înclinată și latura comprimată orizontală, cu ajutorul relației (5.43) :

$$w = \frac{Q - Q_i - A_a R_a \sin\beta}{2\bar{q}_e} + 5d; \qquad (5.43)$$

— pentru grinzi cu înălțime variabilă, avînd latura întinsă orizontală și latura comprimată înclinată, cu ajutorul relației (5.44) :

$$w = \frac{Q - Q_i - A_a R_a \operatorname{tg}\beta}{2\bar{q}_e} + 5d. \qquad (5.44)$$

În relațiile (5.42), (5.43) și (5.44) :

Q este forța tăietoare de calcul în secțiunea verticală care trece prin punctul teoretic de întrerupere a armăturii (de unde bara nu mai este necesară după calculul la moment încovoietor) ;

Q_i — forța tăietoare preluată de barele înclinate ;

d — diametrul barei întrerupte ;

$$\bar{q}_e = \frac{A_{e,t} R_a}{a}.$$

Pentru cazurile de încărcare prevăzute la punctul 5.1.5.2, în relațiile (5.42), (5.43) și (5.44), în locul numitorului $2\bar{q}_e$ se introduce valoarea $2\bar{q}_e + p$.

5.1.6. Încovoiere. Prescripții speciale pentru armarea colțurilor de cadre, pentru preluarea încărcărilor concentrate, pentru console

5.1.6.1. La armarea colțurilor de cadre avînd intrîndul colțului (partea interioară) în zona întinsă (fig. 20), cantitatea

de armătură transversală (etrieri) se va stabili pe baza condiției ca suma proiecțiilor pe bisectoarea unghiului γ a eforturilor ce pot fi preluate de etrierii amplasați pe lungimea

$$S = h \operatorname{tg} \frac{3}{8} \gamma, \qquad (5.45)$$

să fie mai mare sau cel puțin egală cu forța P_1 determinată după cum urmează :

a) dacă elementele sînt armate cu bare longitudinale care se întretaie (v. fig. 20, *a)* și care sînt ancorate în zona comprimată :

$$P_1 = 0{,}7\, A_a\, R_a \cos \frac{\gamma}{2}, \qquad (5.46)$$

unde : A_a este aria tuturor barelor longitudinale întinse ;

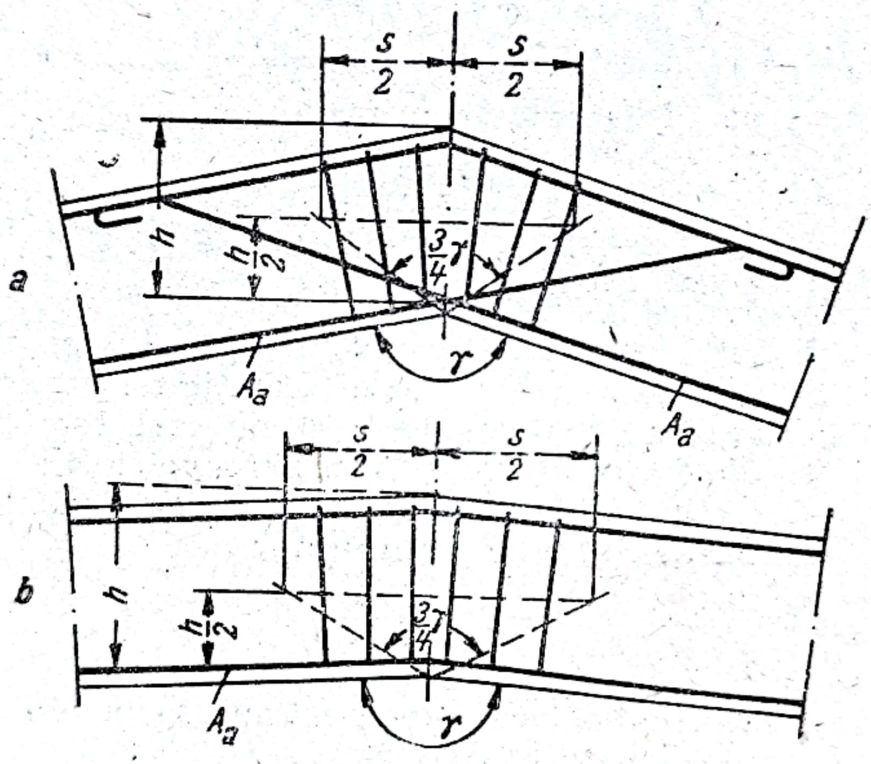


Fig. 20. Colțuri de cadre cu intrîndul (partea interioară) în zona întinsă.

b) dacă elementele sînt armate cu bare longitudinale care se întretaie, dintre care însă o parte, avînd aria $A_{a\,int}$, sînt ancorate în zone în care pot apare și eforturi unitare de întindere :

$$P_1 = (0{,}7\, A_a + 1{,}3\, A_{a\,int})\, R_a \cos \frac{\gamma}{2}; \qquad (5.46')$$

Scanned with OKEN Scanner

c) dacă elementele sînt armate cu bare longitudinale continue, îndoite după conturul unghiului intrînd, ţinînd seama de prevederile punctului 7.1.14.1 (v. fig. 20, *b*):

$$P_1 = 2 A_a R_a \cos\frac{\gamma}{2}. \qquad (5.46'')$$

5.1.6.2. Încărcările suspendate de grinzi sau aplicate în limitele înălţimii secţiunii (fig. 21, *a*), indiferent dacă se transmit concentrat sau distribuit, vor fi preluate în întregime de armătura transversală, fără a lua în considerare rezistenţa betonului.

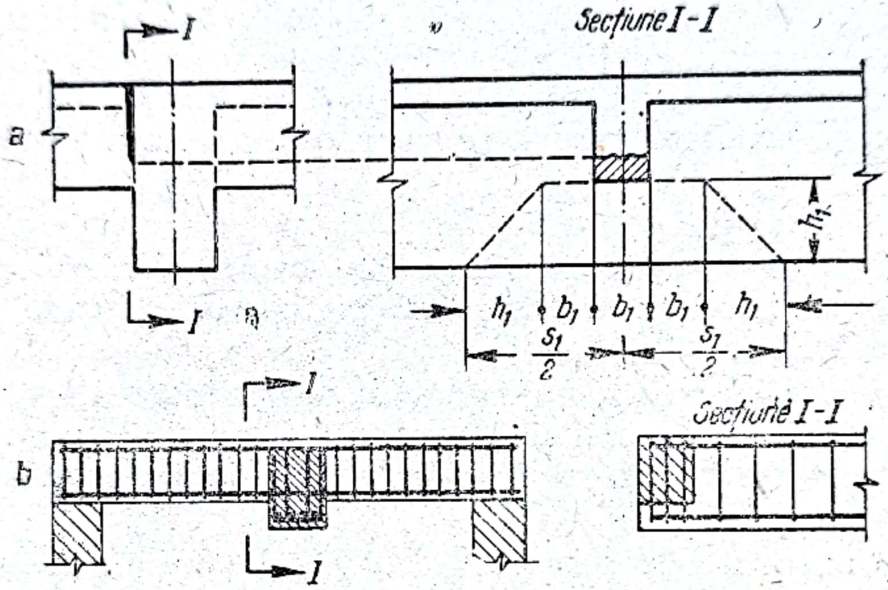


Fig. 21. Încărcări suspendate de grinzi, sau aplicate pe înălţimea grinzii:
a — faţa inferioară a elementului care transmite încărcarea nu este sub faţa inferioară a elementului pe care se face rezemarea; *b* — faţa inferioară a elementului care transmite încărcarea este sub faţa inferioară a elementului pe care se face rezemarea.

Pentru preluarea încărcărilor concentrate, lungimea porţiunii de grindă în limitele căreia se ia în considerare armătura transversală (piese de suspendare, etrieri închişi, bare transversale sudate, bare înclinate), se ia:

$$S_1 = 3 b_1 + 2 h_1, \qquad (5.47)$$

dar cel mult:

$$S_1 = b_1 + 4 h_1, \qquad (5.48)$$

unde: b_1 este lăţimea pe care se aplică încărcarea;
h_1 — distanţa de la faţa inferioară a elementului ce se calculează pînă la faţa inferioară a elementului care transmite încărcarea.

Scanned with OKEN Scanner

Dacă elementul care transmite încărcarea are fața inferioară sub nivelul feței inferioare a elementului pe care se face rezemarea (fig. 21, *b*), întreaga încărcare trebuie preluată, în limitele zonei de rezemare, prin etrieri închiși care cuprind armătura inferioară din elementul care transmite încărcarea sau care sînt sudați de această armătură inferioară.

5.1.6.3. Determinarea dimensiunilor consolelor care transmit încărcări însemnate (console care susțin grinzi, ferme etc.) se recomandă să se facă pe baza relației (5.30), unde b și h_0 sînt dimensiunile secțiunii consolei la racordarea ei cu stîlpul sau cu grinda.

Pentru consolele care susțin grinzile căilor de rulare în hale cu regim greu și foarte greu de lucru al podului rulant, respectarea relației (5.30) este obligatorie.

Pentru celelalte cazuri, se va respecta relația (5.49) :

$$Q \leqslant 2\, b\, h_0\, R_t\,. \tag{5.49}$$

Eforturile unitare provenite din compresiunea locală în zona de transmitere a încărcării pe consolă trebuie să nu depășească R_{pr} .

Pentru consolele scurte, unghiul de înclinare a feței comprimate va fi de cel mult 45°. Înălțimea secțiunii la marginea liberă va fi de cel puțin 1/3 din înălțimea secțiunii la fața stîlpului (fig. 22, *b*).

Pentru consolele scurte ($l_c \leqslant 0{,}9\ h_0$) care susțin grinzile căilor de rulare, în hale cu regim greu și foarte greu de lucru al podului rulant în toate cazurile, precum și în hale cu regim mijlociu de lucru al podului rulant dacă $Q > bh_0R_t$, se recomandă să se realizeze o racordare a feței inferioare a consolei cu stîlpul, cu ajutorul unui arc de cerc, pe o porțiune avînd lungimea de cel puțin 1/3 din lungimea feței înclinate (v. fig. 22, *b*) : în locul acestei racordări se poate realiza o vută dreaptă de dimensiuni corespunzătoare.

Observație

În calcule (pentru determinarea dimensiunilor secțiunii transversale a consolei, precum și a secțiunii de armătură necesară), nu se ia în considerare mărirea înălțimii secțiunii prin introducerea racordării sau a vutei.

5.1.6.4. Pentru console care reazemă pe stîlpi sau grinzi de beton armat cu care sînt legate monolit, determinarea secțiunii de armătură longitudinală necesară se face pe baza momentului încovoietor care acționează la marginea stîlpului sau a grinzii. Dacă consola este o prelungire a unei grinzi

Scanned with OKEN Scanner

sau a unei plăci, rezemînd pe zidărie sau pe elemente de beton armat cu care nu se asigură o conlucrare monolit, dimensionarea armăturii se face pe baza momentului încovoietor care acţionează în axa reazemului.

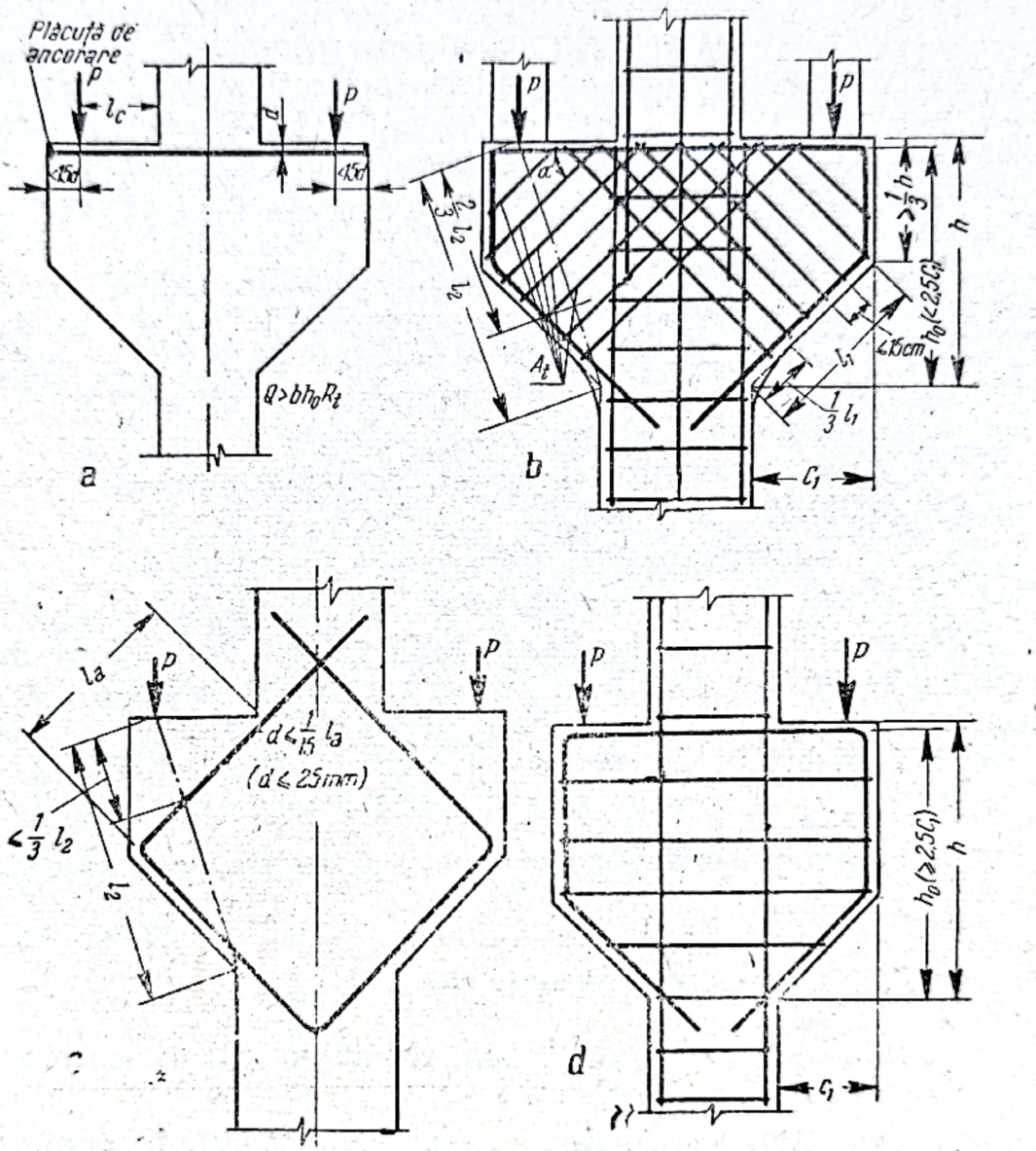


Fig. 22. Console de beton armat :

a – ancorarea armăturilor cu plăcuţe de ancorare ; *b* – armare cu etrieri înclinaţi ; *c* – armare cu bare înclinate ; *d* – armare cu etrieri orizontali.

Observaţie

La ancorarea armăturii longitudinale se vor respecta prevederile de la punctul 7.1.7.8.

5.1.6.5. În consolele care nu respectă condiţia (5.30) şi la care distanţa dintre capătul liber al consolei şi punctul de aplicaţie al forţei este mai mică decît de 15 ori diametrul

Scanned with OKEN Scanner

barelor de armătură longitudinală întinsă, aceste bare vor fi ancorate la capete cu ajutorul unor plăcuțe sau corniere sudate (fig. 22, *a*) care să poată prelua cel puțin 30% din efortul maxim în bare în cazul armăturilor cu profil periodic, respectiv 50% din același efort în cazul armăturilor netede.

5.1.6.6. Pentru console scurte, se recomandă ca armarea transversală să se facă cu etrieri înclinați sudați, așezați la distanța maximă de 15 cm (v. fig. 22, *b*). Dacă armarea se face cu bare înclinate, diametrul acestor bare trebuie să nu depășească 1/15 din lungimea lor activă, l_a (fig. 22, *c*) și nici 25 mm.

Pentru consolele care respectă condiția (5.30), armarea se face constructiv. În acest caz consolele având înălțimea $h_0 \geqslant 2{,}5\ C_1$ (fig. 22, *d*) pot fi armate cu etrieri orizontali.

Pentru consolele care nu respectă condiția (5.30), secțiunea totală a barelor înclinate și a etrierilor înclinați necesari pentru preluarea forței tăietoare se determină cu ajutorul relației (5.50) :

$$A_t = \frac{Q}{2\,R_a \sin \alpha}. \qquad (5.50)$$

Barele înclinate și etrierii înclinați determinați pe baza relației (5.50) se distribuie pe o porțiune egală cu 2/3 din lungimea distanței dintre punctul de aplicație al încărcării și vîrful unghiului de racordare al consolei (v. fig. 22, *b*).

Observație

La ancorarea barelor înclinate se vor respecta prevederile de la punctul 7.1.7.8.

5.1.7. Compresiune excentrică

5.1.7.1. Elementele de beton armat solicitate la compresiune excentrică se calculează :

a) În secțiuni normale pe axa elementului, în conformitate cu prevederile de la punctele 5.1.7.2 ••• 5.1.7.8, ținînd seamă și de influența flambajului, în conformitate cu prevederile punctului 5.1.7.9 ;

b) În secțiuni înclinate pe axa elementului, ca pentru elemente solicitate la încovoiere, în conformitate cu prevederile punctului 5.1.5.

Observație

În toate relațiile de la punctele 5.1.7.3 ••• 5.1.7.9, valorile rezistențelor de calcul R_{pr} și R_t se iau conform tabelei 5, ținînd seamă și de prevederile observației de la această tabelă.

Scanned with OKEN Scanner

5.1.7.2. Elementele de beton armat solicitate la compresiune excentrică se consideră că lucrează cu :

— excentricitate mare, dacă $S_b \leqslant 0{,}8\ S_0$;

— excentricitate mică, dacă $S_b > 0{,}8\ S_0$.

În aceste relații :

S_0 este momentul static al întregii secțiuni utile de beton față de centrul de greutate al armăturii întinse sau mai puțin comprimate A_a ;

S_b — momentul static al zonei comprimate de beton față de același punct.

Observație

Pentru secțiuni T cu placă în zona întinsă sau mai puțin comprimată, lățimea maximă de placă considerată în calcul se determină din condiția :

$$S_0 \leqslant 0{,}55\, bh_0^2. \tag{5.51}$$

5.1.7.3. Elementele cu secțiune dreptunghiulară, T, I sau casetată, solicitate la compresiune excentrică cu excentricitate mare (fig. 23), se calculează, în secțiuni normale pe axa elementului, după cum urmează :

a) Fie cu ajutorul relației (5.52) :

$$N \leqslant A_b R_i + A_a' R_a - A_a R_a, \tag{5.52}$$

poziția axei neutre determinîndu-se cu ajutorul relației (5.53) :

$$S_{bN} R_i \pm A_a' R_a e' - A_a R_a e = 0; \tag{5.53}$$

b) Fie cu ajutorul relației (5.54) :

$$Ne \leqslant S_b R_i + S_a R_a, \tag{5.54}$$

poziția axei neutre determinîndu-se cu ajutorul relației (5.55) :

$$N = A_b R_i + A_a' R_a - A_a R_a. \tag{5.55}$$

În relațiile (5.53) și (5.54) :

S_{bN} este momentul static al zonei comprimate de beton în raport cu punctul de aplicație al forței N (v. fig. 23) ;

S_a — momentul static al secțiunii armăturii comprimate A_a', în raport cu centrul de greutate al armăturii A_a.

În relația (5.53) se va considera semnul minus, pentru cel de-al doilea termen, dacă forța N este situată între rezultantele eforturilor din armăturile A_a și A_a'.

Scanned with OKEN Scanner

c) Elementele ale căror secţiuni nu respectă condiţia (5.12)

$$z_b \leqslant h_0 - a' , \tag{5.12}$$

se calculează cu ajutorul relaţiei (5.56) :

$$Ne' \leqslant A_a R_a (h_0 - a') . \tag{5.56}$$

Capacitatea portantă a secţiunii se consideră egală cu valoarea rezultată din relaţia (5.56), însă cel puţin egală cu

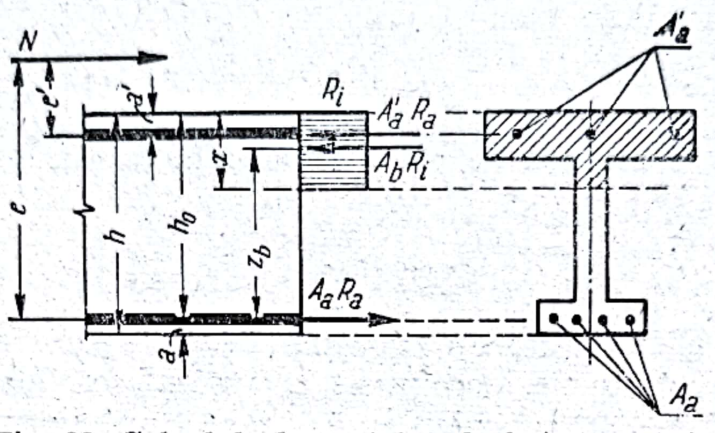


Fig. 23. Calculul elementelor de beton armat solicitate la compresiune excentrică cu excentricitate mare.

capacitatea portantă calculată ca pentru o secţiune simplu armată, neglijîndu-se aportul armăturii din zona comprimată.

Observaţii

a) Influenţa flambajului se ia în considerare ţinînd seamă de prevederile punctului 5.1.7.9.

b) La secţiunile cu placă în zona comprimată, lăţimea aripilor plăcii se consideră în calcul multiplicată cu coeficientul 0,8.

Lăţimea maximă a plăcii b_p, care se consideră în calcul, se determină conform punctului 5.1.4.9.

c) Dacă armătura întinsă este dispusă pe mai multe rînduri, se ţine seamă de prevederile punctului 5.1.1.3.

5.1.7.4. Elementele cu secţiune dreptunghiulară, T, I, sau casetată, solicitate la compresiune excentrică cu excentricitate mică (fig. 24), se calculează cu ajutorul relaţiei (5.57) :

$$Ne \leqslant S_0 R_{pr} + S_a R_a . \tag{5.57}$$

Dacă forţa N acţionează între centrele de greutate ale secţiunilor armăturilor A_a şi A'_a, trebuie satisfăcută şi condiţia (5.58) :

$$Ne' \leqslant S'_0 R_{pr} + S'_a R_a . \tag{5.58}$$

Scanned with OKEN Scanner

În relațiile (5.57) și (5.58) :

S_a este momentul static al secțiunii armăturii A_a față de centrul de greutate al armăturii întinse sau mai puțin comprimate A_a ;

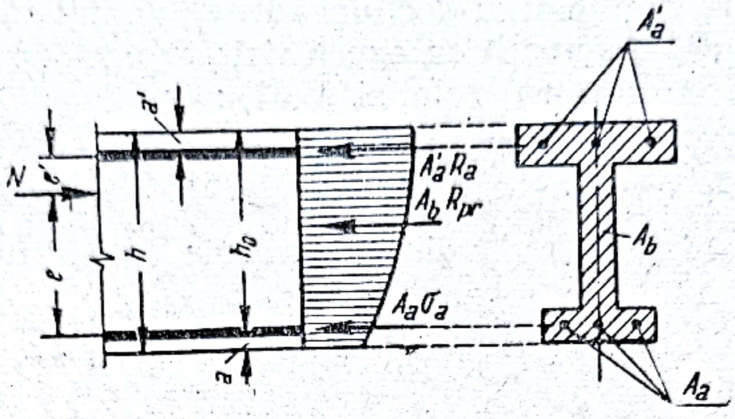


Fig. 24. Calculul elementelor de beton armat solicitate la compresiune excentrică cu excentricitate mică.

S'_0 și S'_a este momentul static al secțiunii utile de beton, respectiv al secțiunii armăturii din zona întinsă sau mai puțin comprimată A_a, față de centrul de greutate al armăturii A'_a.

Observație

Influența flambajului se ia în considerare ținînd seamă de prevederile punctului 5.1.7.9.

5.1.7.5. Elementele cu secțiune dreptunghiulară, solicitate la compresiune excentrică cu excentricitate mare ($x \leqslant 0{,}55\ h_0$), se calculează după cum urmează :

a) Fie cu ajutorul relației (5.59) :

$$N \leqslant b\, x\, R_i + A'_a\, R_a - A_a\, R_a\,, \tag{5.59}$$

poziția axei neutre determinîndu-se prin relația (5.60) :

$$x = (h_0 - e) + \sqrt{(h_0 - e)^2 + \frac{2\, R_a \left(A_a\, e - A'_a\, e' \right)}{b\, R_i}}\,; \tag{5.60}$$

b) Fie cu ajutorul relației (5.61) :

$$N\, e \leqslant b\, x\, R_i \left(h_0 - \frac{x}{2} \right) + A'_a\, R_a\, (h_0 - a')\,, \tag{5.61}$$

poziția axei neutre determinîndu-se prin relația (5.62) :

$$x = \frac{\left(A_a - A'_a \right) R_a + N}{b\, R_i}\,. \tag{5.62}$$

Scanned with OKEN Scanner

c) Elementele ale căror secțiuni nu respectă condiția (5.12′) :

$$x \geqslant 2\,a', \tag{5.12′}$$

se calculează conform punctului 5.1.7.3, c.

5.1.7.6. Elementele cu secțiune dreptunghiulară, solicitate la compresiune excentrică cu excentricitate mică ($x > 0{,}55\ h_0$), se calculează cu ajutorul relației (5.63) :

$$N e \leqslant 0{,}5\,b\,h_0^2\,R_{pr} + A_a'\,R_a\,(h_0 - a'). \tag{5.63}$$

Dacă forța N acționează între centrele de greutate ale secțiunilor armăturilor A_a și A_a', trebuie satisfăcută și condiția (5.64) :

$$N e' \leqslant 0{,}5\,b\,h_0^2\,R_{pr} + A_a\,R_a\,(h_0' - a). \tag{5.64}$$

Observație

Influența flambajului se ia în considerare ținînd seamă de prevederile punctului 5.1.7.9.

5.1.7.7. Elementele comprimate excentric, cu secțiune inelară (tubulară), avînd armătura uniform distribuită pe contur, se calculează după cum urmează :

a) În cazul excentricității mari, respectiv pentru :

$$\theta = \pi\alpha_k = \frac{\pi\,(A_a\,R_a + N)}{2\,A_a\,R_a + A R_t} \leqslant 0{,}5\,\pi, \tag{5.65}$$

calculul se face cu ajutorul relației (5.66) :

$$N\bar{e}_0 \leqslant \frac{1}{\pi}\left[A\,R_t\,\frac{r_1 + r_2}{2} + 2\,A_a\,R_a\,r_a\right]\sin\theta, \tag{5.66}$$

unde A este aria întregii secțiuni de beton ;

b) În cazul excentricității mici, respectiv pentru :

$$\theta = \pi\alpha_k > 0{,}5\,\pi, \tag{5.67}$$

calculul se face cu ajutorul relației (5.68) :

$$N\,(\bar{e}_0 + r_a) \leqslant [A\,R_{pr} + K_a\,A_a\,R_a]\,r_a, \tag{5.68}$$

unde K_a se consideră :

$$K_a = 1 - \frac{\bar{e}_0}{3\,r_a}, \tag{5.69}$$

pentru $\bar{e}_0 < r_a$;

respectiv

$$K_a = \frac{2}{3}, \tag{5.70}$$

pentru $\bar{e}_0 > r_a$;

Scanned with OKEN Scanner

$\bar{e}_0$ fiind excentricitatea forței N în raport cu centrul de greutate al secțiunii, multiplicată cu coeficientul η determinat în conformitate cu prevederile punctului 5.1.7.9 ($\bar{e}_0 = \eta e_0$).

Observații

În relațiile de la acest punct, semnificațiile notațiilor r_a, r_1 și r_2 corespund figurii 13 (punctul 5.1.4.10).

5.1.7.8. Elementele cu secțiune simetrică în raport cu două axe perpendiculare, solicitate simultan de o forță acționînd în sens longitudinal și de momente încovoietoare acționînd după ambele axe — *compresiune excentrică oblică* — (fig. 25), se calculează cu ajutorul relației (5.71):

$$N \leqslant \frac{1}{\frac{1}{N_x} + \frac{1}{N_y} - \frac{1}{N_0}}, \qquad (5.71)$$

în care: N este rezultanta încărcărilor de calcul;
N_0 — forța longitudinală de calcul, care poate fi preluată de secțiune, în cazul solicitării la compresiune centrică;
N_x — forța longitudinală de calcul, care poate fi preluată de secțiune, în cazul în care forța acționează în planul axei x, avînd excentricitatea e_{ox};
N_y — idem, în planul axei y, avînd excentricitatea e_{oy}.

Observație

Influența flambajului se ia în considerare la determinarea forțelor N_x și N_y în conformitate cu prevederile punctului 5.1.7.9, valoarea lui η stabilindu-se pe baza forței de calcul N. La determinarea forței N_0 nu se ține seamă de influența flambajului.

5.1.7.9. La elementele solicitate la compresiune excentrică, influența flambajului se ia în considerare în calcul după cum urmează:

a) În planul de acțiune al momentului încovoietor ($M = Ne_0$), se consideră că forța N acționează cu o excentricitate sporită, ηe_0, coeficientul η determinîndu-se cu ajutorul relației (5.72) sau (5.73):

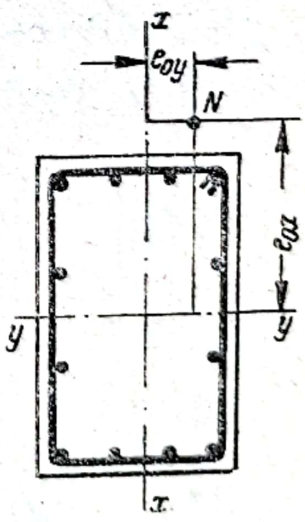


Fig. 25. Calculul elementelor de beton armat solicitate la compresiune excentrică oblică.

— pentru secţiuni oarecare :

$$\eta = \frac{1}{1 - \frac{N}{4\,800\,A\,R_t}\left(\frac{l_f}{i}\right)^2}; \qquad (5.72)$$

— pentru secţiuni dreptunghiulare :

$$\eta = \frac{1}{1 - \frac{N}{400\,b\,h\,R_t}\left(\frac{l_f}{h}\right)^2}; \qquad (5.73)$$

dacă valoarea coeficientului η, determinat cu ajutorul relaţiilor (5.72) sau (5.73) devine negativă sau egală cu infinit, se vor mări dimensiunile secţiunii ;

— pentru calculul excentricităţilor e', în relaţiile (5.56), (5.58) şi (5.64) se consideră :

$$\eta = 1.$$

b) În planul perpendicular pe planul de acţiune al momentului încovoietor, calculul se face ca pentru un element solicitat la compresiune centrică, conform punctului 5.1.2.

c) Influenţa flambajului poate să nu fie luată în considerare în următoarele cazuri :

— pentru secţiuni oarecare, dacă $\frac{l_f}{i} \leqslant 35$;

— pentru secţiuni dreptunghiulare, dacă $\frac{l_f}{h} \leqslant 10$;

— pentru secţiuni circulare şi inelare, dacă $\frac{l_f}{D} \leqslant 8$;

— pentru secţiuni T, dacă $\frac{l_f}{h} \leqslant \bar{\gamma}$.

Valorile coeficientului $\bar{\gamma}$ se dau în tabela 22.

Tabela 22

Valorile coeficientului $\bar{\gamma}$

$\frac{h_p}{h}$ \ $\frac{b_p}{b}$	2	3	5	10	15	20
0,1	10,5	11,6	11,2	10,9	10,2	9,5
0,2	10,5	10,9	10,2	9,1	8,1	7,4
0,3	10,5	10,5	9,5	8,1	7,0	6,7
0,4	10,2	9,8	8,8	7,4	6,7	6,3
0,5	9,5	9,1	8,1	7,0	6,7	—

Observaţie

Dacă nu se face un calcul mai exact, lungimile de flambaj l_f care se introduc în calcul pot fi luate conform anexei I.

Scanned with OKEN Scanner

5.1.8. Întindere excentrică

5.1.8.1. Elementele de beton armat solicitate la întindere excentrică se consideră că lucrează cu :

— excentricitate mică, dacă forța N acționează între centrele de greutate ale secțiunilor armăturilor A_a și A'_a (fig. 26) ;

— excentricitate mare, dacă forța N acționează în afara distanței dintre centrele de greutate ale secțiunilor armăturilor A_a și A'_a (fig. 27).

5.1.8.2. Elementele solicitate la întindere excentrică cu excentricitate mică, cu secțiune dreptunghiulară, T, I sau casetată, se calculează, în secțiuni normale pe axa elementului, cu ajutorul relațiilor (5.74) și (5.75) :

$$N \leqslant \frac{S_a R_a}{e}, \qquad (5.74)$$

$$N \leqslant \frac{S'_a R_a}{e'}. \qquad (5.75)$$

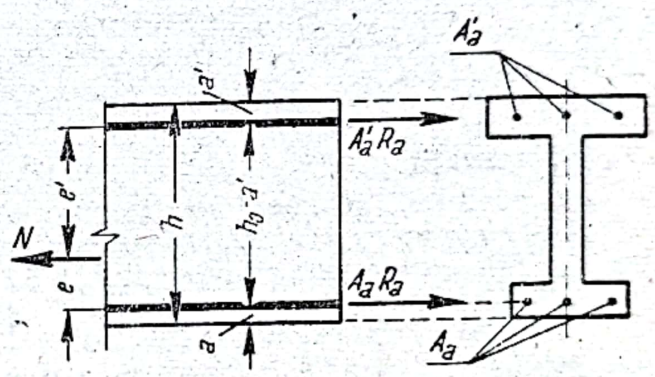


Fig. 26. Calculul elementelor de beton armat solicitate la întindere excentrică cu excentricitate mică.

5.1.8.3. Elementele solicitate la întindere excentrică cu excentricitate mare, cu secțiune dreptunghiulară, T, I sau casetată, se calculează în secțiuni normale pe axa elementului, după cum urmează :

a) Fie cu ajutorul relației (5.76)

$$N \leqslant A_a R_a - A'_a R_a - A_b R_l, \qquad (5.76)$$

poziția axei neutre determinîndu-se cu ajutorul relației (5.77)

$$S'_{bN} R_l + A'_a R_a e' - A_a R_a e = 0; \qquad (5.77)$$

b) Fie cu ajutorul relației (5.78)

$$Ne \leqslant S_b R_l - S_a R_a, \qquad (5.78)$$

poziția axei neutre determinîndu-se cu ajutorul relației (5.79)

$$N = (A_a - A'_a) R_a - A_b R_l. \qquad (5.79)$$

Scanned with OKEN Scanner

c) Elementele ale căror secţiuni nu respectă condiţia (5.12), se calculează conform punctului 5.1.7.3, c.

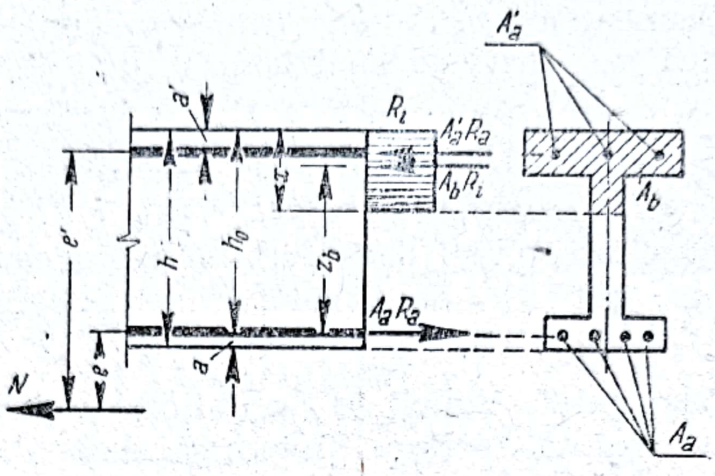


Fig. 27. Calculul elementelor de beton armat solicitate la întindere excentrică cu excentricitate mare.

Observaţii

a) Secţiunile elementelor trebuie să respecte condiţia (5.7).

b) Dacă armătura întinsă este dispusă pe mai multe rînduri, se ţine seamă de prevederile punctului 5.1.1.3.

5.1.8.4. Elementele solicitate la întindere excentrică cu excentricitate mare, cu secţiune dreptunghiulară, se calculează după cum urmează :

a) Fie cu ajutorul relaţiei (5.76′)

$$N \leqslant A_a R_a - A'_a R_a - b\, x\, R_i\,, \qquad (5.76')$$

poziţia axei neutre determinîndu-se cu ajutorul relaţiei (5.77′)

$$x = h_0 + e - \sqrt{(h_0 + e)^2 - \frac{2 R_a (A_a e - A'_a e')}{b R_i}}; \qquad (5.77')$$

b) Fie cu ajutorul relaţiei (5.78′)

$$Ne \leqslant b\, x\, R_i \left(h_0 - \frac{x}{2}\right) + A'_a R_a (h_0 - a')\,, \qquad (5.78')$$

poziţia axei neutre determinîndu-se cu ajutorul relaţiei (5.79′):

$$x = \frac{(A_a - A'_a) R_a - N}{b R_i}. \qquad (5.79')$$

c) Elementele ale căror secţiuni nu respectă condiţia (5.12′), se calculează conform punctului 5.1.7.3, c.

Observaţii

a) Secţiunile elementelor trebuie să respecte condiţia (5.7).

b) Dacă armătura întinsă este dispusă pe mai multe rînduri, se ţine seamă de prevederile punctului 5.1.1.3.

Scanned with OKEN Scanner

5.1.9. Torsiune şi torsiune cu încovoiere

5.1.9.1. Prevederile punctelor 5.1.9.2 ... 5.1.9.6 se aplică la calculul elementelor solicitate la torsiune sau torsiune cu încovoiere cu excepţia elementelor cu pereţi subţiri ; se recomandă ca elementele cu secţiune dreptunghiulară avînd raportul dimensiunilor secţiunii $\frac{h}{b} > 3$ să se calculeze prin metode mai exacte.

5.1.9.2. Alegerea dimensiunilor secţiunii se face respectîndu-se condiţia (5.80)

$$\frac{Q}{bh_0} + \frac{M_t}{W_t} \leqslant 4 R_t , \qquad (5.80)$$

unde M_t este momentul de torsiune de calcul ;

W_t — modulul de rezistenţă la torsiune, calculat ca pentru o secţiune ideal plastică.

5.1.9.3. La elementele sau porţiunile de element pentru care este respectată condiţia (5.81) :

$$\frac{Q}{bh_0} + \frac{M_t}{W_t} \leqslant R_t , \qquad (5.81)$$

se prevăd numai armături constructive.

5.1.9.4. La elementele sau porţiunile de element la care nu este respectată condiţia (5.81), calculul secţiunilor de armătură necesare se face după cum urmează :

a) Pentru preluarea solicitărilor datorite încovoierii, calculul în secţiuni înclinate se face conform prevederilor punctului 5.1.5 ;

b) Pentru preluarea solicitărilor datorite torsiunii se prevăd armături suplimentare în formă de elice înclinată la 45° sau sub formă de bare longitudinale şi etrieri ; aria secţiunii acestor armături se calculează conform prevederilor punctelor 5.1.9.5 sau 5.1.9.6.

5.1.9.5. Calculul secţiunii armăturilor suplimentare pentru preluarea solicitărilor datorite torsiunii se face după cum urmează :

a) Pentru armături suplimentare în formă de elice înclinată la 45° (fig. 28, *a*), calculul se poate face cu ajutorul relaţiei (5.82)

$$M_t \leqslant 2\sqrt{2} A_s R_a \frac{b_s h_s}{s} , \qquad (5.82)$$

Scanned with OKEN Scanner

unde : A_s este aria secțiunii barei în formă de elice ;
b_s și h_s — dimensiunile secțiunii sîmburelui de beton ;
s — pasul elicei măsurat în lungul elementului.

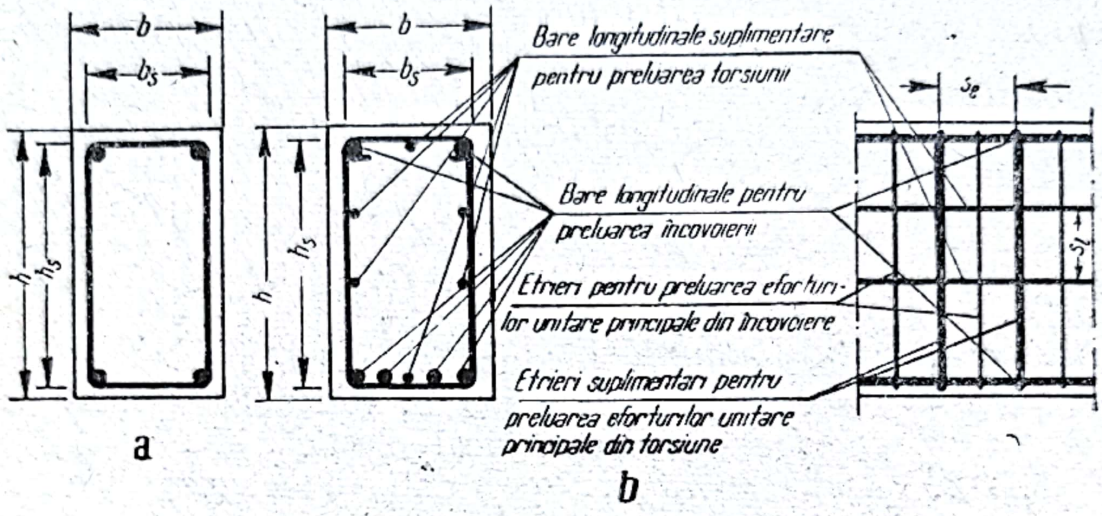


Fig. 28. Calculul elementelor de beton armat solicitate la torsiune cu încovoiere.

b) Pentru armături suplimentare din bare longitudinale și etrieri (fig. 28, *b*), calculul se poate face cu ajutorul relațiilor (5.83) și (5.84) :

$$M_t \leqslant 2 A_e R_e \frac{b_s h_s}{s_e}, \tag{5.83}$$

$$M_t \leqslant 2 A_{al} R_a \frac{b_s h_s}{s_l}, \tag{5.84}$$

unde : A_e este aria secțiunii unei ramuri a etrierului suplimentar ;
A_{al} — aria secțiunii unei bare longitudinale suplimentare ;
s_e, s_l — distanța dintre etrierii suplimentari, respectiv dintre barele longitudinale suplimentare.

Aria totală a secțiunii armăturii longitudinale necesare, A_{tl}, se poate determina cu ajutorul relației (5.85)

$$A_{tl} = \frac{M_t (b_s + h_s)}{b_s h_s R_a}. \tag{5.85}$$

Scanned with OKEN Scanner

5.1.10. Străpungere

5.1.10.1. Calculul la străpungere al fundațiilor de formă pătrată, încărcate centric, al capitelelor planșeelor ciuperci, precum și al plăcilor solicitate de încărcări locale, se face cu ajutorul relației (5.86) :

$$P \leqslant 0{,}75\, p_m\, h_0\, R_t\,, \tag{5.86}$$

unde : P este forța de străpungere de calcul, egală cu valoarea forței de calcul din secțiunea stîlpului de lîngă partea superioară a fundației, respectiv de lîngă partea inferioară a capitelului planșeului ciupercă, din care se scad încărcările aplicate la baza mare a trunchiului de piramidă ;

h_0 — înălțimea utilă a secțiunii fundației sau plăcii în porțiunea verificată ;

p_m — media aritmetică între perimetrul feței superioare și perimetrul feței inferioare ale trunchiului de piramidă avînd înălțimea h_0 și fețele laterale înclinate sub un unghi de 45° față de verticală (fig. 29, *a*).

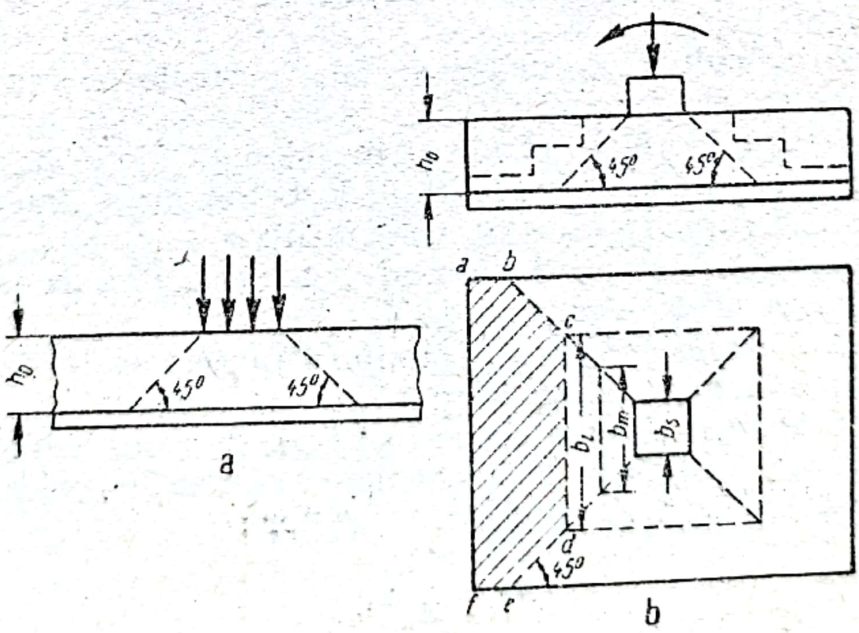


Fig. 29. Calculul la străpungere :
a — fundații încărcate centric ; *b* — solicitare excentrică.

5.1.10.2. Calculul la străpungere al fundațiilor dreptunghiulare, precum și al fundațiilor solicitate de o încărcare excentrică se face cu ajutorul relației (5.87) :

$$P \leqslant 0{,}75\, b_m\, h_0\, R_t\,, \tag{5.87}$$

unde $P = \bar{A}\,\sigma_t$,

$\bar{A}$ fiind aria poligonului $a\,b\,c\,d\,e\,f$ (fig. 29, *b*) ;

σ_t — efortul unitar maxim pe teren, în interiorul acestui poligon, sub acțiunea încărcării de calcul (ținînd seamă și de moment) ;

b_m — media aritmetică între latura superioară și cea inferioară a trunchiului de piramidă de înălțime h_0, după care se calculează străpungerea (v. fig. 29, *b*).

5.2. CALCULUL EFORTURILOR UNITARE ÎN BETON ȘI ÎN ARMĂTURĂ ÎN SECȚIUNI FISURATE

5.2.1. Calculul eforturilor unitare în beton și în armătură, în secțiuni fisurate, se face pentru :

— calculul elementelor de beton armat la oboseală (cap. 5.3) ;

— calculul elementelor de beton armat la starea limită de deschidere a fisurilor (cap. 5.4) ;

— calculul rigidității elementelor de beton armat (cap. 5.5).

5.2.2. Calculul eforturilor unitare normale se face admițînd următoarele ipoteze :

a) secțiunile plane rămîn plane și după deformare ;

b) zonele întinse ale secțiunii de beton nu se iau în considerare la preluarea solicitării ;

c) modulul de elasticitate al betonului este constant în întreaga zonă comprimată.

5.2.3. Calculul eforturilor unitare principale se face considerînd elementul ca un corp elastic și omogen.

5.2.4. Pentru elementele cu secțiune dreptunghiulară, T, I sau casetată, solicitate la încovoiere, eforturile unitare normale se calculează cu ajutorul relațiilor :

$$\sigma_a = \frac{M}{A_a\, \zeta h_0}\,, \tag{5.88}$$

$$\sigma_b = \frac{\xi}{n'\,(1-\xi)}\,\sigma_a\,. \tag{5.89}$$

Scanned with OKEN Scanner

În relaţiile (5.88) şi (5.89) :

σ_a este efortul unitar în armătură ;

σ_b — efortul unitar normal în beton la fibra cea mai comprimată ;

$z = \xi h_0$ — distanţa dintre rezultanta eforturilor din zona comprimată a secţiunii şi rezultanta eforturilor din armătura întinsă ;

$x = \xi h_0$ — înălţimea zonei comprimate de beton ;

n' — coeficient de echivalenţă care se consideră în calcul egal cu n^o (v. tabela 17) pentru calculul la oboseală, respectiv egal cu n^r (punctul 5.5.1.1) pentru calculul la starea limită de deschidere a fisurilor, precum şi pentru calculul rigidităţii şi al deformaţiilor.

5.2.5. Poziţia relativă a axei neutre pentru elemente solicitate la încovoiere, simplu armate, se calculează prin determinarea valorii ξ, după cum urmează :

a) Pentru secţiuni dreptunghiulare şi secţiuni T cu placa în zona întinsă şi axa neutră în inimă, calculul se face cu ajutorul relaţiei (5.90) :

$$\xi = \mu n' \left[\sqrt{1 + \frac{2}{\mu n'}} - 1 \right]; \qquad (5.90)$$

b) Pentru secţiuni T cu placa în zona comprimată, secţiuni I sau casetate, avînd axa neutră în placa comprimată, calculul se face cu ajutorul relaţiei (5.90), ca pentru o secţiune dreptunghiulară de lăţime b_p ;

c) Pentru secţiuni T cu placa în zona comprimată, secţiuni I sau casetate, avînd axa neutră în inimă, calculul se face cu ajutorul relaţiei (5.91) :

$$\xi = -\beta + \sqrt{\beta^2 + 2\mu n' + \alpha \bar{h}_p}. \qquad (5.91)$$

În relaţiile (5.90) şi (5.91) :

$$\mu = \frac{A_a}{bh_0}; \quad \alpha = \frac{b_p - b}{b} \cdot \frac{h_p}{h_0}; \quad \bar{h}_p = \frac{h_p}{h_0}; \quad \beta = \alpha + \mu n'.$$

5.2.6. Valoarea $\zeta = \frac{z}{h_0}$ pentru elemente solicitate la încovoiere, simplu armate, se determină după cum urmează :

Scanned with OKEN Scanner

a) Pentru secțiuni dreptunghiulare și secțiuni T cu placa în zona întinsă și axa neutră în inimă, calculul se face cu ajutorul relației (5.92) :

$$\zeta = 1 - \frac{\xi}{3}. \tag{5.92}$$

b) Pentru secțiuni T cu placa în zona comprimată, secțiuni I sau casetate, avînd axa neutră în placă, calculul se face cu ajutorul relației (5.92), ca pentru o secțiune dreptunghiulară de lățime b_p.

c) Pentru secțiuni T cu placa în zona comprimată, secțiuni I sau casetate, avînd axa neutră în inimă, calculul se face cu ajutorul relației (5.93) :

$$\zeta = 1 - \frac{\xi}{3} + \frac{2}{3}\,\frac{\bar{h}_p}{\bar{b}_p - 1\left(\frac{\xi}{\xi - \bar{h}_p}\right)^2 - 1}, \tag{5.93}$$

unde :

$$\bar{b}_p = \frac{b_p}{b}.$$

5.2.7. Eforturile unitare principale de întindere se calculează după cum urmează :

— pentru grinzi cu înălțime constantă, calculul se face cu ajutorul relației (5.94) :

$$\sigma_1 = \frac{Q}{bz}; \tag{5.94}$$

— pentru grinzi cu înălțime variabilă la care momentul încovoietor crește în valoare absolută în același sens cu creșterea înălțimii secțiunii, calculul se face cu ajutorul relației (5.94′)

$$\sigma_1 = \frac{Q}{bz} - \frac{M \operatorname{tg} \beta}{bz\, h_0}. \tag{5.94′}$$

În relațiile (5.94) și (5.94′) :

Q și M sînt forța tăietoare, respectiv momentul încovoietor, din secțiunea considerată, sub acțiunea încărcărilor normate ;

β — unghiul de înclinare al laturii grinzii față de planul normal la direcția forței tăietoare (v. fig. 19).

Scanned with OKEN Scanner

5.3. CALCULUL ELEMENTELOR DE BETON ARMAT LA STAREA LIMITĂ DE OBOSEALĂ

5.3.1. Elementele de beton armat solicitate de încărcări repetate se verifică la starea limită de oboseală prin beton şi prin armătură, ţinînd seamă şi de prevederile capitolului 2.

Verificarea se face punînd condiţia ca :

— eforturile unitare normale, determinate conform punctului 5.2, să nu depăşească rezistenţele de calcul la oboseală prescrise la punctul 3.3 ;

— eforturile unitare principale de întindere, determinate conform punctului 5.2, să fie preluate de beton şi armături conform prescripţiilor de la punctele 5.3.3 ... 5.3.7.

5.3.2. Nu se verifică la oboseală prin beton elementele pentru care amplitudinea ciclului ρ , definită conform punctului 3.3.1, este mai mică decît 0,5. De asemenea nu se verifică la oboseală armăturile dacă amplitudinea ciclului ρ, are valori mai mici decît cele prevăzute în tabela 23.

Tabela 23

Valorile limită ale lui ρ

Tipul de armături	OL 38	PC 52	PC 60
Armături legate	0,8	0,5	0,4
Armături sudate (carcase, plase)	0,7	0,4	0,3

5.3.3. Alegerea dimensiunilor secţiunii şi a mărcii betonului se face astfel încît valoarea maximă a efortului unitar principal de întindere $\sigma_{1\ max}$, să nu fie mai mare decît 2,5 R_t.

5.3.4. La elementele la care $\sigma_{1\ max} \leqslant 0{,}9\ R_t$, barele înclinate şi etrierii se prevăd constructiv.

5.3.5. La elementele la care $\sigma_{1\ max} > 0{,}9\ R_t$, eforturile unitare principale de întindere se preiau de către beton pe porţiunea pe care $\sigma_{1\ max} \leqslant 0{,}45\ R_t$, şi de către bare înclinate şi etrieri pe restul elementului.

5.3.6. Efortul unitar principal de întindere preluat de etrieri σ_{etr}, se determină cu ajutorul relaţiei :

$$\sigma_{etr} = \frac{A_{e,t}\, R_a^o}{a\, b}. \qquad (5.95)$$

Scanned with OKEN Scanner

unde : $A_{e,t}$ este aria secțiunii transversale a tuturor ramurilor unui etrier ;

a — distanța dintre etrieri ;

b — lățimea grinzii în dreptul axei neutre.

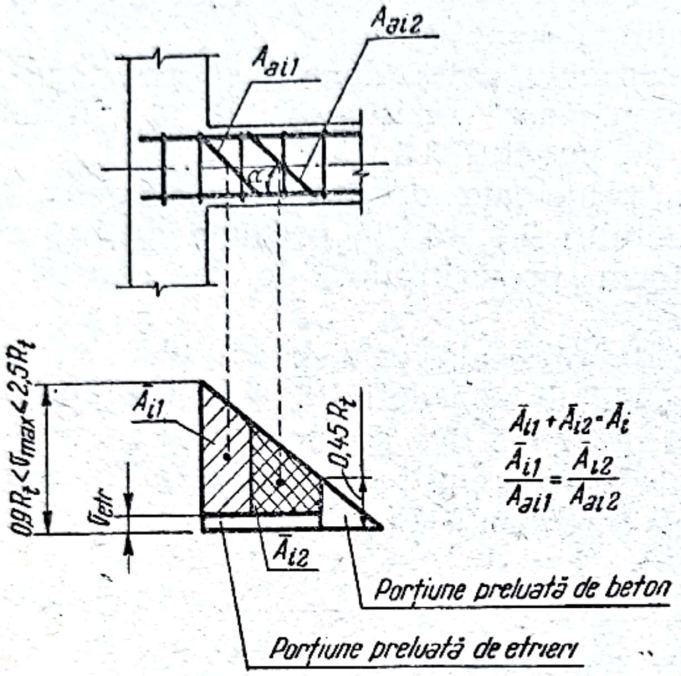


Fig. 30. Calculul eforturilor unitare principale și preluarea lor (starea limită de oboseală).

5.3.7. Porțiunea rămasă din diagrama eforturilor unitare principale de întindere, după deducerea eforturilor unitare preluate de beton și etrieri (fig. 30), notată $\bar{A}_i$, trebuie preluată prin armături înclinate. Aria secțiunii acestor bare A_{ai}, se determină (pentru $\alpha \geqslant \geqslant 45°$) cu relația :

$$A_{ai} = \frac{\bar{A}_i\, b \sin\alpha}{R_a^o}. \quad (5.96)$$

Barele ridicate se repartizează în lungul grinzii astfel încît să fie egal încărcate.

5.4. CALCULUL ELEMENTELOR DE BETON ARMAT LA STAREA LIMITĂ DE DESCHIDERE A FISURILOR

5.4.1. Elementele de beton armat se calculează la starea limită de deschidere a fisurilor, ținînd seamă de prevederile cap. 2.

Observație

Calculul la starea limită de deschidere a fisurilor se face numai dacă solicitarea de calcul este mai mare decît solicitarea corespunzătoare stării limită de apariție a fisurilor în elementul considerat de beton simplu.

5.4.2. Deschiderea fisurilor α_f, la elementele de beton armat solicitate la întindere centrică, la întindere excentrică,

Scanned with OKEN Scanner

la încovoiere sau la compresiune excentrică cu excentricitate mare, se calculează cu ajutorul relației (5.97) :

$$\alpha_f = \lambda_f \frac{\psi \sigma_a}{E_a}, \qquad (5.97)$$

unde : λ_f este distanța dintre fisuri, determinată conform punctului 5.4.3 ;

$\psi = \frac{\varepsilon_{am}}{\varepsilon_a}$ — raportul dintre alungirea specifică medie a armăturii între două fisuri ε_{am}, și alungirea specifică a armăturii în dreptul fisurii ε_a, determinat conform punctului 5.4.4 ;

σ_a — efortul unitar din armătură ; el poate fi determinat conform prescripțiilor de la punctul 5.2, sau poate fi luat cu aproximație egal cu $\frac{R_a}{\bar{n}}$; R_a fiind rezistența de calcul a armăturii utilizate, iar $\bar{n}$ coeficientul mediu de supraîncărcare

$$\bar{n} = \frac{\Sigma n_i q_i}{\Sigma q_i},$$

în care n_i este coeficientul de supraîncărcare corespunzător fiecărei încărcări q_i (inclusiv greutatea proprie).

5.4.3. Distanța dintre fisuri λ_f, se calculează cu ajutorul relației (5.98)

$$\lambda_f = \beta_f \frac{A_{bt}}{u}, \qquad (5.98)$$

unde : β_f este un coeficient în funcție de raportul dintre brațele de pîrghie interioare în momentul apariției fisurilor și după apariția lor și de raportul dintre rezistența la întindere a betonului și efortul unitar mediu de aderență pe distanța dintre fisuri ;

A_{bt} — aria zonei întinse a secțiunii de beton în momentul apariției fisurilor, care se consideră după cum urmează :

— în conformitate cu prevederile punctului 4.3.1 pentru elemente solicitate fie la încovoiere fie la compresiune sau întindere excentrică cu excentricitate mare ;

— egală cu aria întregii secțiuni de beton, pentru elemente solicitate la întindere centrică sau la întindere excentrică cu excentricitate mică ;

Scanned with OKEN Scanner

u — perimetrul total al armăturilor întinse din secțiune.

5.4.4. Valoarea coeficientului β_f se poate considera după cum urmează :

a) la elemente solicitate la încovoiere, la compresiune excentrică cu excentricitate mare sau la întindere excentrică cu excentricitate mare :

— pentru bare din oțel OL 38

$$\beta_f = 0{,}5 + 30\frac{\mu}{d}; \qquad (5.99)$$

— pentru bare din oțel TOR 47 și TOR 57

$$\beta_f = 0{,}4 + 30\frac{\mu}{d}; \qquad (5.100)$$

— pentru bare din oțel PC 52 și PC 60

$$\beta_f = 0{,}35 + 30\frac{\mu}{d}; \qquad (5.101)$$

— pentru plase sudate din sîrmă trasă mată

$$\beta_f = 0{,}9.$$

În relațiile (5.99) ... (5.101) :

d este diametrul barei în cm ;

$$\mu = \frac{A_a}{bh_0}.$$

— Pentru bare de diametre diferite, se va înlocui :

$$\frac{\mu}{d} = \frac{u}{4\,bh_0}.$$

b) La elemente solicitate la întindere centrică sau întindere excentrică cu excentricitate mică, valoarea β_f determinată cu ajutorul relațiilor (5.99), (5.100) sau (5.101), în care $\mu = \frac{A_a}{bh}$, se sporește cu 30%.

Observație

Dacă acoperirea cu beton a barelor de armătură sau distanța dintre aceste bare (lumina) este mai mică decît 1,5 d, sau în cazul barelor așezate pe mai mult ca două rînduri, valoarea calculată pentru β_f conform punctului 5.4.4, a și 5.4.4, b se sporește cu 30%.

Scanned with OKEN Scanner

5.4.5. Valoarea coeficientului ψ se calculează cu ajutorul relației (5.102)

$$\psi = 1 - \bar{\beta}\frac{A_{bt}R_t^n}{A_a\sigma_a}, \qquad (5.102)$$

coeficientul $\bar{\beta}$ având următoarele valori :

$$\bar{\beta} = 0{,}2\,(1 - 0{,}6\,v), \qquad (5.103)$$

pentru bare din oțel OL 38 ;

$$\bar{\beta} = 0{,}3\,(1 - 0{,}5\,v), \qquad (5.104)$$

pentru bare din oțel TOR 47, TOR 57, PC 52 și PC 60.

În relațiile (5.102) ... (5.104) :

A_{bt} se determină conform prevederilor de la punctul 5.4.3 ;

v este raportul dintre încărcarea de lungă durată, definită conform punctului 5.5.2 și încărcarea totală.

Observație

Pentru elementele solicitate de încărcări repetate,

$$\psi = 1.$$

5.4.6. Dacă nu există prescripții speciale care să indice valori mai reduse, deschiderea fisurilor la elementele de beton armat α_f, calculată conform punctului 5.4.2, nu trebuie să depășească :

0,10 mm — pentru elementele care se află în condițiile unui mediu agresiv ;

0,10 mm — pentru elementele care se află sub presiunea unui lichid și care lucrează la întindere centrică sau excentrică, dacă întreaga secțiune a elementului este întinsă ;

0,20 mm — pentru elementele care se află sub presiunea unui lichid și care lucrează la încovoiere sau la compresiune excentrică precum și la întindere excentrică, dacă o parte a secțiunii elementului rămîne comprimată ;

0,20 mm — pentru elementele care se află sub presiunea unui material necoeziv (de exemplu, silozurile) ;

0,30 mm — pentru celelalte tipuri de elemente.

5.5. CALCULUL RIGIDITĂȚII ELEMENTELOR DE BETON ARMAT

5.5.1. Se denumește *modul de rigiditate* K, solicitarea care provoacă o deformație unitară ; el reprezintă produsul dintre caracteristica geometrică a secțiunii (aria, în cazul ele-

mentelor solicitate de încărcări axiale, momentul de inerție la elementele solicitate de momente încovoietoare) și modulul de deformație corespunzător materialelor din care este executat elementul.

Modulul de rigiditate se poate determina după cum urmează :

a) Pentru elementele solicitate la compresiune centrică,

$$K = \frac{E_b}{1 + \upsilon\varphi} A_b + E_a A_a , \qquad (5.105)$$

unde : φ este caracteristica deformației în timp a betonului, determinată conform punctului 3.4 ;

A_b — aria întregii secțiuni de beton.

Pentru calculul elementelor solicitate la compresiune excentrică cu excentricitate mică, se poate folosi relația (5.105) în care A_b se consideră egal cu aria zonei de beton având drept centru de greutate punctul de aplicație al forței exterioare N.

b) Pentru elementele solicitate la întindere centrică sau întindere excentrică cu excentricitate mică,

$$K = \frac{E_a}{\psi} A_a , \qquad (5.106)$$

valoarea coeficientului ψ fiind determinată conform prevederilor de la punctul 5.4.5.

c) Pentru elementele solicitate la încovoiere, compresiune excentrică cu excentricitate mare sau întindere excentrică cu excentricitate mare :

$$K = \frac{E_a}{\psi} A_a \beta_1 h_0^2 , \qquad (5.107)$$

în care :

$$\beta_1 = (1 - \xi)\zeta .$$

Determinarea valorilor ξ și ζ se face conform prevederilor de la punctul 5.2, coeficientul de echivalență, n' calculîndu-se cu ajutorul relației (5.108)

$$n' = \frac{E_a}{E_b}\left(1 + \frac{\mu}{40} R_a\right)(1 + \upsilon\varphi) . \qquad (5.108)$$

5.5.2. Se consideră *încărcări de lungă durată* :

— întreaga încărcare permanentă ;

— încărcarea din zăpadă ;

Scanned with OKEN Scanner

— întreaga încărcare temporară pentru biblioteci, arhive, depozite în care încărcarea utilă acţionează timp îndelungat ;
— încărcarea temporară care acţionează asupra planşeelor construcţiilor industriale şi a elementelor la care aceste planşee transmit efectul încărcării, din care se scade 150 kgf/m^2.

Observaţii

a) Încărcarea suplimentară provenită din zăpadă în locurile de aglomerare a zăpezii este considerată încărcare de scurtă durată.

b) Se admite ca încărcările concentrate să fie considerate ca încărcări uniform distribuite echivalente.

5.6. CALCULUL ELEMENTELOR DE BETON ARMAT LA STAREA LIMITĂ DE DEFORMAŢIE

5.6.1. Calculul săgeţilor elementelor solicitate la încovoiere se face conform prevederilor cap. 2, ţinînd seamă de regulile staticii construcţiilor şi folosind modulii de rigiditate determinaţi conform punctului 5.5, c.

Pentru fiecare porţiune de element cu moment încovoietor de acelaşi sens, modulul de rigiditate se consideră constant şi egal cu valoarea din secţiunea cu moment încovoietor maxim de pe porţiunea respectivă (fig. 31).

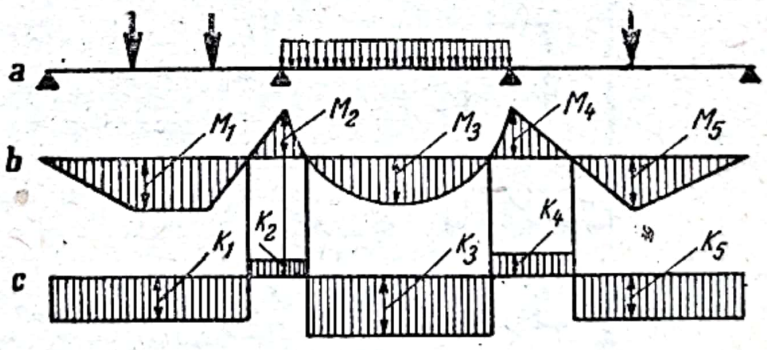


Fig. 31. Calculul la starea limită de deformaţie :
a – schema încărcărilor ; *b* – diagrama momentelor încovoietoare normate ; *c* – diagrama rigidităţilor de calcul în diferite porţiuni ale elementelor.

5.6.2. La calculul săgeţilor unui planşeu pe care reazemă pereţi despărţitori, greutatea acestor pereţi se consideră în calcul după cum urmează :

a) În cazul pereţilor despărţitori rigizi (de exemplu pereţi executaţi din beton armat monolit sau din elemente de beton armat prefabricat cu rosturi orizontale), încărcarea se

Scanned with OKEN Scanner

transmite concentrat la capetele peretelui despărţitor, iar dacă există goluri, şi la marginile golurilor (fig. 32, *a*).

b) În cazul pereţilor despărţitori cu rigiditate redusă, 60% din greutatea lor totală se consideră uniform distribuită pe lungimea peretelui (pe porţiunile dintre goluri), iar 40% se transmite concentrat la capetele peretelui despărţitor, respectiv la marginile golurilor (fig. 32, *b*).

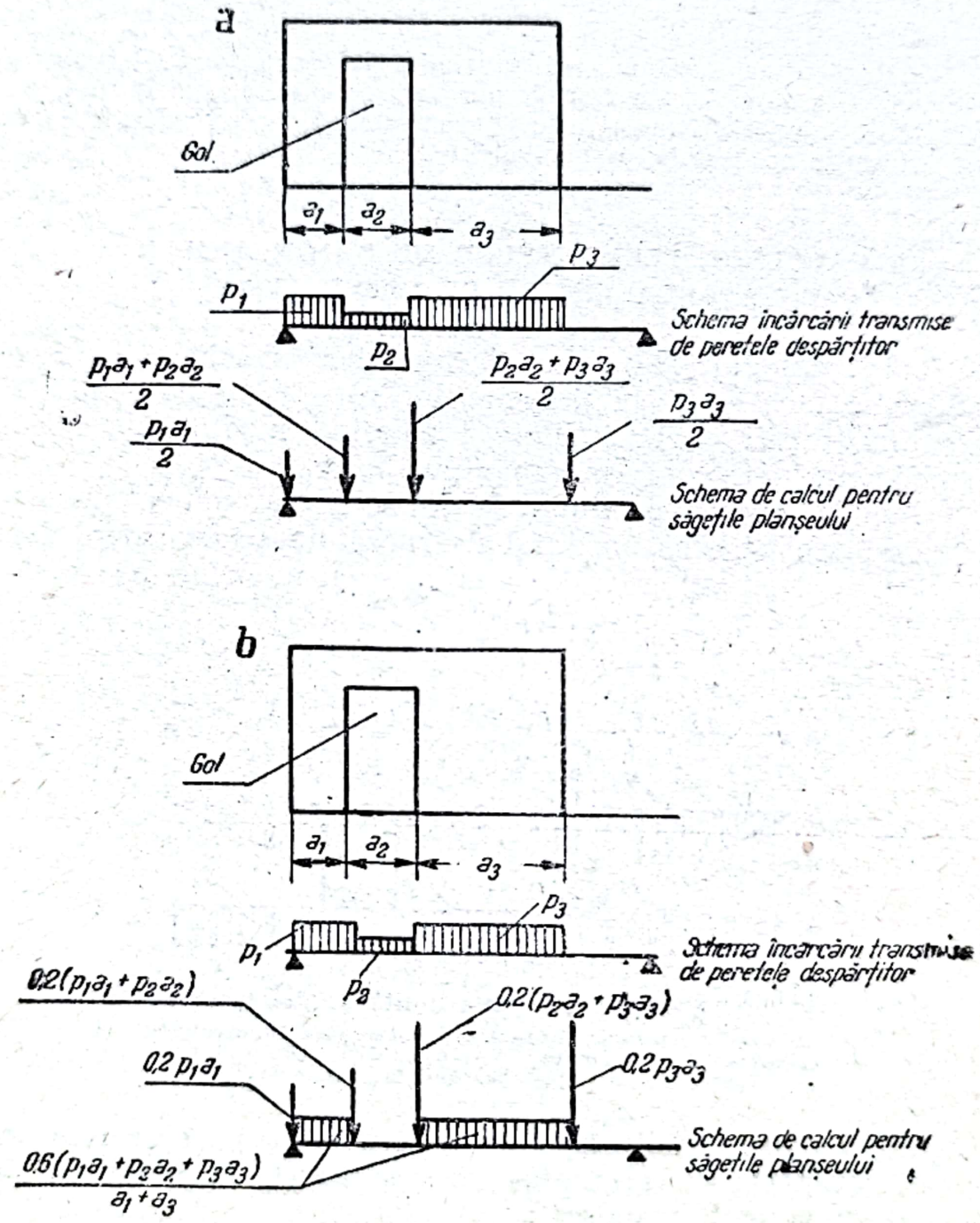


Fig. 32. Scheme de încărcare pentru starea limită de deformaţie la planşee pe care reazemă pereţi despărţitori:
a – pereţi despărţitori rigizi; *b* – pereţi despărţitori cu rigiditate redusă.

Scanned with OKEN Scanner

5.6.3. Săgeţile elementelor de beton armat solicitate la încovoiere, determinate ţinînd seamă şi de acţiunea de durată a încărcării nu trebuie să depăşească valorile indicate în tabela 24.

Pentru cazurile neprevăzute în tabela 24, săgeţile limită se vor stabili prin prescripţii speciale.

Tabela 24

Săgeţile limită ale elementelor de beton armat

Nr. crt.	Denumirea elementelor	Săgeţile limită în fracţiuni din deschiderea elementului f/l
1	Grinzile căilor de rulare :	
	a) pentru poduri rulante manuale	1/500
	b) pentru poduri rulante electrice	1/700
2	Planşee cu tavane plane şi planşee de acoperiş ale construcţiilor industriale :	
	a) pentru deschiderea $l < 7$ m	1/200
	b) pentru deschiderea $l \geqslant 7$ m	1/300
3	Planşee şi scări cu nervuri :	
	a) pentru deschiderea $l < 5$ m	1/200
	b) pentru deschiderea $5 \text{ m} \leqslant l < 7$ m	1/300
	c) pentru deschiderea $l \geqslant 7$ m	1/400

Observaţie

La planşeele tencuite, săgeata produsă de încărcarea temporară nu trebuie să depăşească $\frac{1}{350} l$.

6. CALCULUL ELEMENTELOR DE CONSTRUCŢII DIN BETON PRECOMPRIMAT

6.1. DEFINIŢIILE PRINCIPALELOR NOŢIUNI UTILIZATE ÎN CALCULUL ELEMENTELOR DE BETON PRECOMPRIMAT

6.1.1. Acţiunea prin care se introduce într-un element de construcţie o stare iniţială de eforturi de compresiune este denumită *precomprimare.*

Scanned with OKEN Scanner

6.1.2. Armătura prin care se realizează precomprimarea este denumită *armătură pretensionată*, iar operaţiunea de întindere a acesteia este denumită *pretensionare*.

Forţa exercitată de armătura pretensionată asupra elementelor de beton armat este denumită *forţă de precomprimare*.

Acţiunea de transmitere a efortului din armătura pretensionată asupra elementului de beton armat este denumită *transfer*.

6.1.3. Se deosebesc următoarele două categorii de armături pretensionate :

a) *Armătură preîntinsă* este armătura întinsă înainte de turnarea elementului, între puncte fixe, culei sau cofraje rigide, capabile de a prelua pînă la transfer efortul din armătura pretensionată ; în acest caz armătura este aderentă, conlucrînd cu betonul din momentul întăririi acestuia.

Operaţiunea de la sfîrşitul întinderii, prin care armătura preîntinsă este fixată pe culei sau pe cofrajul metalic, este denumită *blocare*.

După întărirea betonului şi atingerea rezistenţei prescrise, se efectuează transferul prin eliberarea armăturii de pe culei (cofraje) sau prin tăierea armăturii la capetele elementului.

b) *Armătură postîntinsă* este armătura aşezată fie în canale amenajate în interiorul secţiunii elementului, fie la exteriorul elementului, fără a avea iniţial aderenţă cu betonul.

După întărirea betonului, armătura se întinde cu dispozitive speciale care reazemă direct pe element, astfel încît transferul are loc concomitent cu pretensionarea.

În această categorie intră şi elementele şi construcţiile la care precomprimarea se realizează prin înfăşurarea armăturii sub tensiune pe betonul întărit (tuburi, rezervoare etc.).

Operaţiunea de la sfîrşitul întinderii, prin care armătura postîntinsă este fixată pe element, este denumită *blocare*.

Aderenţa armăturii postîntinse se realizează după precomprimare prin *injectare, betonare sau torcretare*.

6.1.4. După modul prin care se asigură transmiterea efortului din armătura pretensionată asupra elementului de beton (ancorarea), se deosebesc :

a) *Ancorarea prin aderenţa dintre armătura pretensionată şi beton*, pe o anumită lungime de la extremitatea piesei ; această lungime se denumeşte *lungime de ancorare*. Anco-

Scanned with OKEN Scanner

rarea prin aderență se utilizează de regulă la elemente de beton precomprimat cu armătura preîntinsă.

b) *Ancorarea cu piese speciale, prevăzute la extremitățile armăturii pretensionate, denumite ancoraje ;* acestea pot fi metalice sau de beton armat, înglobate în masa betonului sau dispuse la suprafața elementului.

Ancorajele se utilizează de regulă la elemente de beton precomprimat cu armătură postîntinsă.

6.1.5. După modul de realizare al elementelor de beton precomprimat se deosebesc :

a) Elemente turnate direct la dimensiunile finale ;

b) Elemente din bolțari sau din panouri prefabricate asamblate prin postîntinderea armăturii ;

c) Elemente mixte, a căror secțiune este compusă parțial din beton precomprimat și parțial din beton adăugat ulterior, nesupus precomprimării și la care se asigură, pînă la ruperea elementului, conlucrarea celor două betoane din secțiune.

6.1.6. În comportarea elementelor de beton precomprimat se definesc două faze :

a) *faza inițială,* imediat după transfer ;

b) *faza finală,* după ce au avut loc, în întregime, pierderile de tensiune din armătura pretensionată.

6.1.7. Variațiile posibile ale forței de precomprimare față de valoarea prescrisă se iau în considerare în calcul prin introducerea unui coeficient de imprecizie, m_0, egal cu 0,9 sau cu 1,1, după cum este mai defavorabil.

6.1.8. Se definește drept *efort unitar de calcul* efortul unitar din armătura pretensionată în acel stadiu de încărcare în care are loc anularea efortului unitar din fibra de beton de la nivelul armăturii considerate.

6.1.9. Se definește drept *efort unitar de control* efortul unitar introdus la pretensionare în armătura pretensionată, prin dispozitivul de întindere.

6.1.10. Se denumește *zonă întinsă* din secțiunea unui element de beton precomprimat, zona care, în ipoteza de calcul considerată, este solicitată la întindere.

6.1.11. Se denumește *zonă comprimată* din secțiunea unui element de beton precomprimat, zona care, în ipoteza de calcul considerată, este solicitată la compresiune.

Scanned with OKEN Scanner

6.2. CALCULUL EFORTURILOR UNITARE DIN BETON ŞI DIN ARMĂTURĂ ÎN SECŢIUNI NEFISURATE NORMALE PE AXA ELEMENTULUI

6.2.1. Calculul eforturilor unitare în beton şi în armătură, în secţiuni nefisurate, normale pe axa elementului, se face :

a) în faza iniţială pentru :

— verificarea efortului unitar de calcul din armătură şi stabilirea efortului unitar de control ;

— stabilirea pierderilor de tensiune datorite contracţiei şi curgerii lente a betonului ;

— calculul la starea limită de apariţie a fisurilor, în secţiuni înclinate faţă de axa elementului ;

b) în faza finală pentru :

— verificarea efortului unitar de calcul din armătură ;

— calculul la starea limită de apariţie a fisurilor în secţiuni înclinate faţă de axa elementului ;

— calculul la starea limită de oboseală.

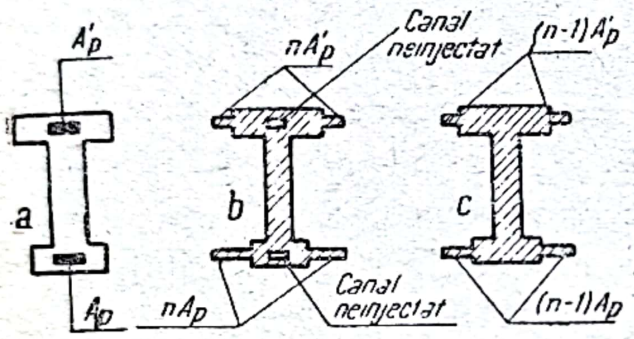


Fig. 33. Secţiunea ideală pentru elemente de beton precomprimat :
a — secţiune reală ; *b* — secţiune ideală înainte de realizarea aderenţei ; *c* — secţiune ideală după realizarea aderenţei.

6.2.2. Calculul eforturilor unitare în secţiuni normale pe axa elementului se efectuează după regulile rezistenţei materialelor ca pentru un material elastic şi omogen.

Drept secţiune de calcul se consideră secţiunea ideală, compusă din secţiunea netă de beton şi secţiunile tuturor armăturilor, pretensionate şi nepretensionate, multiplicate cu raportul dintre modulul de elasticitate al armăturii respective şi acela al betonului (fig. 33).

Pentru secţiunea ideală, se utilizează în cele ce urmează, notaţiile :

A_i — aria secţiunii ideale ;

I_i — momentul de inerţie al secţiunii ideale ;

A_p — armătura pretensionată din acea zonă a secţiunii care este întinsă în starea limită de rezistenţă în exploatare ;

A'_p — armătura pretensionată din acea zonă a secţiunii care este comprimată în starea limită de rezistenţă în exploatare.

Scanned with OKEN Scanner

Observații

a) La stabilirea secțiunii ideale se va ține seama de armătura nepretensionată, numai dacă aria acesteia depășește 25% din aria armăturii pretensionate.

b) La elemente cu armătură postîntinsă dispusă în canale amenajate în interiorul secțiunii, se recomandă să se efectueze calculul eforturilor unitare datorite atît acțiunii forței de precomprimare la transfer cît și a încărcărilor aplicate înainte de realizarea aderenței, ca pentru secțiuni omogene, scăzînd din secțiunea ideală golurile în care se introduce armătura pretensionată. Se permite efectuarea calculului și după metode mai precise, considerînd elementele drept structuri interior static nedeterminate.

c) La elemente cu armătură postîntinsă dispusă în afara secțiunii, calculul eforturilor unitare datorite acțiunii forței de precomprimare la transfer și a încărcărilor aplicate înainte de realizarea aderenței, se efectuează considerînd elementele drept structuri interior static nedeterminate.

d) Dacă secțiunea este compusă din betoane de caracteristici diferite, pentru stabilirea secțiunii ideale, porțiunile din betoane de diverse calități se reduc la o singură calitate, prin multiplicarea lățimilor porțiunilor respective cu raportul modulilor de elasticitate.

e) În calcule, se poate admite că mortarul de injectare are proprietăți mecanice identice cu cele ale betonului elementului (v. fig. 33).

f) În calcule, nu se ține seamă de mortarul sau de betonul de protecție al armăturilor exterioare.

6.2.3. Efortul unitar de calcul în faza inițială, notat cu σ_0 pentru armătura pretensionată A_p, respectiv σ_0' pentru armătura pretensionată A_p', se alege astfel încît să respecte, în toate punctele în lungul armăturii, următoarele condiții :

a) pentru armături la care rezistența normată este egală cu rezistența la tracțiune (de exemplu sîrma SBP) :

$$\sigma_0 \leqslant 0{,}7\, R_p^n; \tag{6.1}$$

$$\sigma_0' \leqslant 0{,}7\, R_p^n; \tag{6.2}$$

b) pentru armături la care rezistența normată este egală cu limita de curgere :

$$\sigma_0 \leqslant 0{,}9\, R_p^n; \tag{6.3}$$

$$\sigma_0' \leqslant 0{,}9\, R_p^n. \tag{6.4}$$

Observație

Pentru armătura înfășurată sub tensiune pe tuburi de presiune se admite $\sigma_0 \leqslant 0{,}75\, R_p^n$.

Scanned with OKEN Scanner

6.2.4. Efortul unitar de calcul în faza finală, notat cu $\bar{\sigma}_0$ pentru armătura pretensionată A_p, respectiv $\bar{\sigma}'_0$ pentru armătura pretensionată A'_p, se determină cu ajutorul relaţiilor (6.5) şi (6.6) :

$$\bar{\sigma}_0 = \sigma_0 - (\Delta\sigma_r + \Delta\bar{\sigma}_\varphi) ; \qquad (6.5)$$

$$\bar{\sigma}'_0 = \sigma'_0 - (\Delta\sigma'_r + \Delta\bar{\sigma}'_\varphi) ; \qquad (6.6)$$

unde $\Delta\sigma_r$, respectiv $\Delta\sigma'_r$, este pierderea de tensiune datorită relaxării armăturii pretensionate,

$\Delta\bar{\sigma}_\varphi$, respectiv $\Delta\bar{\sigma}'_\varphi$, — pierderea de tensiune datorită contracţiei şi curgerii lente a betonului.

Observaţie

Pentru armăturile prevăzute la punctul 6.2.3, a, efortul unitar de calcul $\bar{\sigma}_0$, se alege astfel încît să se respecte, în toate punctele în lungul armăturii, condiţia (6.7) :

$$\bar{\sigma}_0 \geqslant 0{,}4\, R_p^n \qquad (6.7)$$

6.2.5. Forţa de precomprimare este egală cu rezultanta eforturilor de calcul din armăturile din secţiune şi comprimă, de obicei excentric, secţiunea ideală (fig. 34).

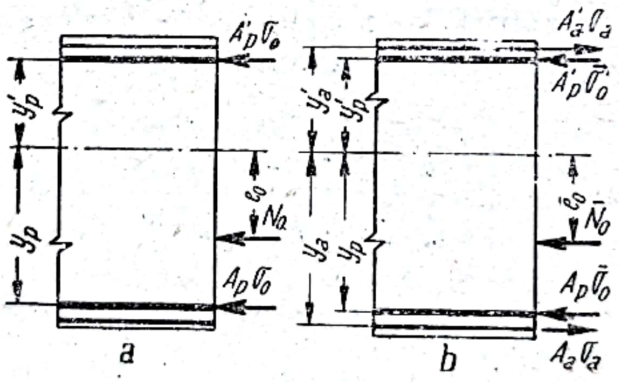


Fig. 34. Schema eforturilor în armăturile unei secţiuni de beton precomprimat :
a – în faza iniţială ; *b* – în faza finală.

Rezultanta acestor eforturi se determină cu ajutorul relaţiilor (6,8) şi (6,9)

Scanned with OKEN Scanner

— în faza inițială :

$$N_0 = A_p \sigma_0 + A'_p \sigma'_0 ; \qquad (6.8)$$

— în faza finală :

$$\bar{N}_0 = A_p \bar{\sigma}_0 + A'_p \bar{\sigma}'_0 - A_a \sigma_a - A'_a \sigma'_a . \qquad (6.9)$$

Excentricitatea acesteia față de centrul de greutate al secțiunii ideale se determină cu ajutorul relațiilor (6.10) și (6.11)

— în faza inițială :

$$e_0 = \frac{A_p \sigma_0 y_p - A'_p \sigma'_0 y'_p}{N_0} ; \qquad (6.10)$$

— în faza finală :

$$\bar{e}_0 = \frac{A_p \bar{\sigma}_0 y_p - A'_p \bar{\sigma}'_0 y'_p - A_a \sigma_a y_a + A'_a \sigma'_a y'_a}{\bar{N}_0} ; \qquad (6.11)$$

unde y_p, y'_p, y_a și y'_a au semnificațiile din fig. 34.

Observații

a) În cazul dispunerii armăturilor pretensionate după trasee curbe sau poligonale, valorile eforturilor de calcul din armături se înmulțesc cu $\cos\alpha$ respectiv $\cos\alpha'$, unde α și α' reprezintă unghiurile de înclinare ale armăturilor pretensionate față de axa longitudinală a elementului în secțiunea considerată.

b) La calculul forței de precomprimare în faza finală se va ține seamă de armătura nepretensionată, numai dacă aria acesteia depășește 25% din aria armăturii pretensionate. Valoarea efortului unitar de calcul σ_a respectiv σ'_a se calculează cu ajutorul relațiilor de la punctul 6.3.8.1.

6.2.6. Eforturile unitare care apar în secțiune sub acțiunea forței de precomprimare se calculează cu relațiile (6.12) și (6.13) :

— într-o fibră oarecare de beton la distanța y de axa neutră :

În faza inițială — În faza finală

$$\sigma_b = \frac{N_0}{A_i} \pm \frac{N_0 e_0 y}{I_i} ; \quad \bar{\sigma}_b = \frac{\bar{N}_0}{A_i} \pm \frac{\bar{N}_0 \bar{e}_0 y}{I_i} ; \qquad (6.12)$$

— în armăturile pretensionate :

$$\sigma_p = \sigma_0 - n \sigma_{bp} ; \qquad \bar{\sigma}_p = \bar{\sigma}_0 - n \bar{\sigma}_{bp} ;$$
$$\sigma'_p = \sigma'_0 - n \sigma'_{bp} ; \qquad \bar{\sigma}'_p = \bar{\sigma}'_0 - n \bar{\sigma}'_{bp} ; \qquad (6.13)$$

Scanned with OKEN Scanner

unde σ_{bp} σ'_{bp} respectiv $\bar{\sigma}_{bp}$, $\bar{\sigma}'_{bp}$ reprezintă eforturile unitare din fibrele de beton de la nivelul armăturilor pretensionate.

6.2.7. Valoarea efortului unitar de control, notat cu σ_k respectiv σ'_k, se stabileşte din condiţia compensării pierderilor de tensiune care au loc înaintea şi în timpul transferului, precum şi la blocare :

a) pentru elemente cu armătură preîntinsă :

$$\sigma_k = \sigma_0 + \Delta\sigma_\lambda + \Delta\sigma_t \leqslant R_p; \qquad (6.14)$$

$$\sigma'_k = \sigma'_0 + \Delta\sigma'_\lambda + \Delta\sigma'_t \leqslant R_p; \qquad (6.15)$$

b) pentru elemente cu armătură postîntinsă :

$$\sigma_k = (\sigma_0 - n\sigma_{bp}) + \Delta\sigma_f + \Delta\sigma_\lambda + \Delta\sigma_s \leqslant R_p; \qquad (6.16)$$

$$\sigma'_k = (\sigma'_0 - n\sigma_{bp}) + \Delta\sigma'_f + \Delta\sigma'_\lambda + \Delta\sigma'_s \leqslant R_p; \qquad (6.17)$$

unde $\Delta\sigma_t$ respectiv $\Delta\sigma'_t$ este pierderea de tensiune datorită tratamentului termic al betonului ;

$\Delta\sigma_\lambda$ respectiv $\Delta\sigma'_\lambda$ — pierderea de tensiune datorită lunecărilor şi deformaţiilor locale în ancoraje la blocare ;

$\Delta\sigma_f$ respectiv $\Delta\sigma'_f$ — pierderea de tensiune datorită frecărilor pe traseu, pe lungimea de la capătul de la care se exercită întinderea pînă la punctul în care se calculează $\Delta\sigma_s$, respectiv $\Delta\sigma'_s$ (conform prevederilor de la punctul 6.3.4.2) ;

$\Delta\sigma_s$ respectiv $\Delta\sigma'_s$ — pierderea de tensiune datorită efectului întinderii succesive a armăturilor.

Observaţii

a) Este permisă sporirea temporară a efortului unitar de control pînă la valoarea R_p, în scopul reducerii pierderilor de tensiune care au loc înaintea şi în timpul transferului, cu condiţia respectării după transfer a prevederilor de la punctul 6.2.3.

b) În anexa III se dau indicaţii pentru stabilirea valorii efortului unitar de control la elemente cu armătură postîntinsă.

c) Valoarea efortului unitar de control se va indica în mod explicit pe planşele de execuţie ale proiectului.

d) Este obligatorie verificarea corespondenţei cu realitatea a valorilor indicate în proiect pentru efortul unitar de control, stabilindu-se pierderile efective de tensiune în armătură, datorite frecărilor pe tra-

Scanned with OKEN Scanner

seu, lunecărilor și deformațiilor locale în ancoraje. Verificarea se face prin măsurători directe la precomprimarea primelor elemente din construcție și, în continuare, la intervalele prevăzute în proiect.

6.2.8. Eforturile unitare care apar în secțiune sub acțiunea încărcărilor exterioare (inclusiv greutatea proprie), se calculează cu ajutorul relațiilor (6.18) și (6.19) :

— într-o fibră oarecare de beton la distanța y de axa neutră

$$\sigma_b = \frac{N}{A_t} \pm \frac{My}{I_t}; \qquad (6.18)$$

— în armăturile pretensionate

$$\sigma_p = n\,\sigma_{bp}; \qquad (6.19)$$

$$\sigma'_p = n\sigma'_{bp};$$

unde N este forța axială în secțiune datorită încărcărilor exterioare ;

M — momentul încovoietor în secțiune datorită încărcărilor exterioare ;

σ_{bp} respectiv σ'_{bp} — eforturile unitare din fibrele de beton de la nivelul armăturilor pretensionate, datorită încărcărilor exterioare.

6.2.9. Eforturile unitare totale din secțiune, pentru cazurile indicate la punctul 6.2.1, se obțin prin însumarea eforturilor unitare care apar sub acțiunea forței de precomprimare (conform punctului 6.2.6), cu eforturile unitare care apar sub acțiunea încărcărilor exterioare, inclusiv greutatea proprie (conform punctului 6.2.8).

6.2.10. La elemente mixte, se consideră că acțiunea precomprimării și a încărcărilor exterioare aplicate înainte de intrarea în lucru a betonului nesupus precomprimării se exercită numai asupra betonului precomprimat din secțiune, iar acțiunea încărcărilor exterioare aplicate ulterior se consideră că se exercită asupra întregii secțiuni ideale.

6.3. PIERDERI DE TENSIUNE ÎN ARMĂTURA PRETENSIONATĂ

6.3.1. Generalități

6.3.1.1. Pierderile de tensiune care trebuie luate în considerare în calculul elementelor de beton precomprimat se dau în tabela 25.

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 25

Pierderi de tensiune în armătura pretensionată

Pierderile se produc	Notaţia	Cauzele pierderii de tensiune	
		Armătură preîntinsă	Armătură postîntinsă
Înaintea transferului	$\Delta\sigma_\lambda$	Lunecări şi deformaţii locale în ancoraje la blocare	—
	$\Delta\sigma_t$	Efectul tratamentului termic al betonului	
În timpul transferului	$\Delta\sigma_f$	—	Frecările armăturii pe traseu
	$\Delta\sigma_s$	—	Efectul întinderii succesive a armăturilor
	$\Delta\sigma_{str}$	—	Strivirea betonului sub armături înfăşurate
La blocare	$\Delta\sigma_\lambda$	—	Lunecări şi deformaţii locale în ancoraje
În timp	$\Delta\sigma_r$	Relaxarea armăturii pretensionate	
	$\Delta\sigma_{\bar{\varphi}}$	Contracţia şi curgerea lentă a betonului	

6.3.2. Efectul tratamentului termic al betonului

6.3.2.1. Pierderea de tensiune în armături preîntinse, datorită tratamentului termic al betonului, se calculează cu ajutorul relaţiei (6.20) :

$$\Delta\sigma_t = v\,\Delta t, \qquad (6.20)$$

unde Δ_t este diferenţa în grade C dintre temperatura de regim la tratamentul termic şi temparatura mediului ambiant ;

Scanned with OKEN Scanner

$v = 0$, este în cazul execuţiei în tipare metalice care preiau efortul din armătura preîntinsă, cu condiţia ca variaţia de temperatură a tiparului să fie egală cu aceea a betonului ;

$v = 20$, — în celelalte cazuri (execuţie pe stand etc.).

6.3.3. Frecările armăturii postîntinse pe traseu

6.3.3.1. Pierderea de tensiune în armături postîntinse, datorită frecărilor pe traseu, este determinată de următorii factori :

a) unghiul de deviaţie al armăturii în porţiuni curbe ;

b) condiţiile de execuţie, forma şi modul de alcătuire a tecii sau canalului, diferenţa dintre diametrul canalului şi diametrul armăturii, şerpuirea traseului real al armăturii în jurul traseului fixat prin proiect, reduceri de secţiuni ale canalului prin turtire sau infiltrări de lapte de ciment la turnare etc.

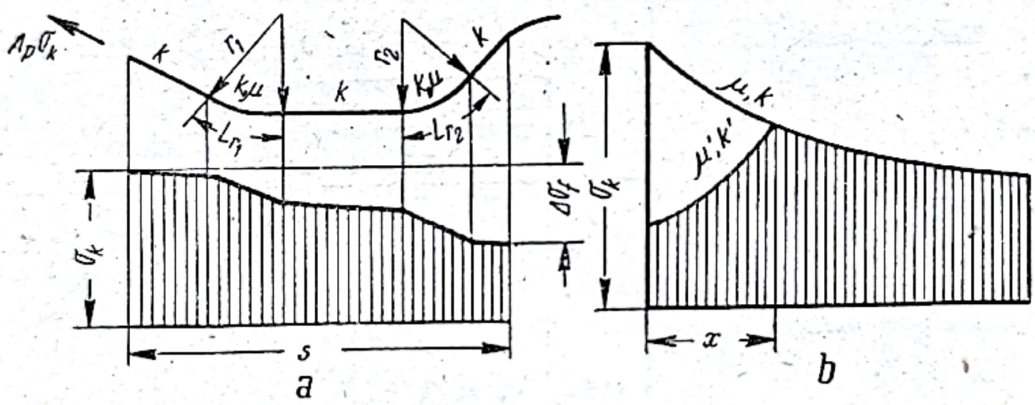


Fig. 35. Pierderea de tensiune în armătura postîntinsă datorită frecărilor pe traseu :

a — la pretensionare ; *b* — ca efect al reducerii alungirii armăturii în cursul pretensionării sau la blocare.

6.3.3.2. Pierderea de tensiune în armături postîntinse, datorită frecărilor pe traseu, într-un punct situat la distanţa s de capătul de la care se execută întinderea (fig. 35, *a*), se calculează cu ajutorul relaţiei (6.21) :

$$\Delta\sigma_f = \left[1 - e^{-\left(ks + \mu \Sigma \frac{L_r}{r}\right)}\right] \sigma_k, \qquad (6.21)$$

unde σ_k este efortul unitar de control ;

s — lungimea desfăşurată a armăturii de la capătul de la care se execută întinderea pînă la punctul considerat, în m ;

L_r — lungimea fiecărei porțiuni curbe a traseului armăturii cuprinse în lungimea s, în m ;

r — raza de curbură corespunzătoare, în m ;

μ — coeficientul de frecare în porțiunile curbilinii ;

k — coeficientul de frecare pe metru liniar de armătură, care ține seamă de condițiile de la punctul 6.3.3.1, b.

6.3.3.3. Coeficienții de frecare μ și k la armături postîntinse sub formă de fascicule din sîrme paralele ϕ 5 mm se consideră cu valorile de calcul din tabela 26.

Tabela 26

Valorile de calcul pentru coeficienții de frecare la armături postîntinse sub formă de fascicule din sîrme paralele Ø 5 mm

Modul de realizare a canalului	μ	k/metru		
		Fascicule cu sîrme dispuse circular pe un singur rînd		Fascicule cu sîrme dispuse circular pe două rînduri concentrice
		Diametrul interior al canalului		
		⩽ 30 mm	⩾ 40 mm	
Teacă din tablă	0,35	0,010	0,006	0,004
Teacă din PVC	0,35	0,006	0,004	0,004
Canal format cu ajutorul unor țevi care se extrag din betonul neîntărit	0,50	Nu se folosește	0,004	0,002

Observații

a) În calcule se pot admite valori ale coeficienților de frecare, diferite de cele date în tabela 26, pe baza unei justificări experimentale.

b) Pentru alte tipuri de armături postîntinse sau alte moduri de realizare a canalului, coeficienții de frecare se vor determina pe cale experimentală.

6.3.3.4. Coeficienții de frecare μ' și k' în cazul reducerii alungirii armăturii ca urmare a lunecărilor și deformațiilor locale în ancoraje la blocare, sau a scăderii efortului unitar de control (după o sporire temporară pînă la valoarea maximă admisă conform prevederilor punctului 6,2.7), se consideră cu valorile de calcul 1,3 μ, respectiv 1,3 k (fig. 35, b).

Scanned with OKEN Scanner

6.3.3.5. Pentru reducerea efectului pierderii de tensiune datorită frecărilor pe traseu se recomandă sporirea temporară a efortului unitar de control σ_k cu respectarea condițiilor de la punctul 6.2.7.

6.3.3.6. În anexa III se dau tabele pentru calculul pierderii de tensiune în armături postîntinse datorită frecărilor pe traseu.

6.3.3.7. Valorile pierderii de tensiune datorită frecărilor admise în calcule la proiectare, trebuie indicate în mod explicit pe planșele de execuție ale proiectului.

6.3.3.8. Este obligatorie verificarea corespondenței cu realitatea a valorilor admise în calcule la proiectare pentru pierderea de tensiune datorită frecărilor. Verificarea se face prin măsurători directe la precomprimarea primelor elemente din construcție și, în continuare, la intervalele prevăzute în proiect.

6.3.4. Efectul întinderii succesive a armăturilor postîntinse

6.3.4.1. Variația (scăderea sau sporirea) efortului unitar din armăturile postîntinse, datorită deformării elastice a betonului în urma întinderii ulterioare a altor armături, $\Delta\sigma_s$ se poate calcula cu ajutorul relației (6.22) :

$$\Delta\sigma_s^i = n \cdot \sigma_{bp}^{i+1,n} \qquad (6.22)$$

unde : $\sigma_{bp}^{i+1,n}$ este efortul unitar care apare în fibra de beton de la nivelul armăturii i considerate, în urma întinderii ulterioare a celorlalte armături ;

$$n = \frac{E_p}{E_b}.$$

6.3.4.2. Pentru compensarea efectului întinderii succesive a armăturilor se sporește, la pretensionare, efortul unitar din armătura postîntinsă cu valoarea $\Delta\sigma_s^i$, respectiv

$$\sigma_p^i = (\sigma_o - n \cdot \sigma_{bp}) + \Delta\sigma_s^i = \sigma_o - n \cdot \sigma_{bp}^{o,i} \qquad (6.23)$$

unde : $\sigma_{bp}^{o,i}$ este efortul unitar care apare în fibra de beton de la nivelul armăturii i considerate, în urma întinderii tuturor armăturilor, pînă la armătura i inclusiv.

Scanned with OKEN Scanner

Observații

a) Compensarea se efectuează, de regulă, în punctul de pe traseul armăturii în care valoarea efortului unitar de calcul σ_0 este maximă.

b) La compensarea efectului întinderii succesive a armăturilor, se vor respecta condițiile de la punctele 6.2.3 și 6.2.7.

6.3.5 Strivirea betonului sub armături înfășurate

6.3.5.1. În cazul înfășurării unei armături pretensionate continue pe elemente avînd diametrul sub 3 m, se ține seamă de efectul strivirii betonului sub spire prin considerarea unei pierderi de tensiune de 300 kgf/cm^2.

6.3.6. Lunecări și deformații locale în ancoraje la blocare

6.3.6.1. Pierderile de tensiune datorite lunecărilor și deformațiilor locale în ancoraje $\Delta\sigma_\lambda$ se calculează după cum urmează :

— la armături la care nu apar frecări pe traseu, calculul se face cu ajutorul relației (6.24) :

$$\Delta\sigma_\lambda = \frac{\lambda_1 + \lambda_2}{l_{armătură}} E_p, \qquad (6.24)$$

unde : $l_{armătură}$ este lungimea desfășurată a armăturii între suprafețele de rezemare ale ancorajelor ;

λ_1 și λ_2 — lunecările sau deformațiile locale în cele două ancoraje ;

— la armături care prezintă frecări pe traseu, calculul se face conform anexei III, ținînd seamă de efectul reducerii alungirii armăturii în conformitate cu prevederile punctului 6.3.3.4 (v. fig. 35, *b*).

6.3.6.2. Lunecările și deformațiile locale în ancoraje la blocare se consideră cu valorile de calcul din tabela 27.

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 27

Valorile de calcul pentru lunecarea sau deformația locală într-un ancoraj

Nr. crt.	Tipul ancorajului	Lunecarea sau deformația locală la blocare într-un ancoraj, λ mm
1	Ancoraj cu pahar și șaibe-furcă pentru fascicule din sîrme ⌀ 5 mm	2
2	Ancoraj metalic cu pene pentru sîrme ⌀ 5 mm	3
3	Ancoraj metalic tip inel-con pentru fascicule din sîrme ⌀ 5 mm	3
4	Ancoraj metalic tip inel-con pentru fascicule din sîrme ⌀ 7 mm	5
5	Ancoraj tip inel-con de beton armat pentru fascicule din sîrme ⌀ 5 mm	5
6	Ancoraj metalic INCERC—100 tip inel-con dublu pentru fascicule din sîrme ⌀ 5 mm	5
7	Ancoraj metalic tip STASA pentru sîrme împletite	10

Observație

În cazul utilizării altor tipuri de ancoraje sau armături, valoarea de calcul se va stabili pe bază de încercări.

6.3.6.3. Efectul lunecărilor și deformațiilor locale în ancoraje se compensează prin sporirea efortului de control din armătură cu valoarea corespunzătoare a pierderii de tensiune, cu respectarea condițiilor de la punctele 6.2.3 și 6.2.7.

6.3.6.4. Valorile lunecărilor și deformațiilor locale în ancoraje la blocare, admise în calcule la proiectare, trebuie indicate în mod explicit pe planșele de execuție ale proiectului.

6.3.6.5. Este obligatorie verificarea valorilor admise în calcule la proiectare pentru lunecările și deformațiile locale în ancoraje la blocare. Verificarea se face prin măsurători directe la precomprimarea primelor elemente din construcție și, în continuare, la intervalele prevăzute în proiect.

6.3.7. Relaxarea armăturii

6.3.7.1. Pierderea de tensiune datorită fenomenului de relaxare a efortului din armătura pretensionată se poate calcula cu ajutorul relației (6.25) :

$$\Delta\sigma_r = \Phi\sigma_0 \qquad (6.25)$$

Scanned with OKEN Scanner

unde σ_0 este efortul unitar de calcul prevăzut în proiect, care respectă condiţiile prevăzute la punctul 6.2.3. ;

Φ — coeficient care depinde de tipul armăturii şi de modul de efectuare a pretensionării.

6.3.7.2. Coeficientul Φ pentru armături pretensionate realizate din sîrmă SBP se consideră cu valorile de calcul din tabela 28.

Tabela 28

Valorile de calcul pentru coeficientul Φ la armături pretensionate alcătuite din sîrme SBP

Modul de efectuare al pretensionării	Armătură din sîrme paralele	Armătura din sîrme împletite
a) — Armătură calibrată la un efort unitar egal cu R_p , — Armătură întinsă prealabil timp de minimum 5 min la un efort cu 10% mai mare decît valoarea prescrisă sau armătură retensionată după minimum 48 ore la efortul prescris (în ambele cazuri dacă efectul scăderii ulterioare a efortului unitar cu 10% sau efectul retensionării se resimte pe întreaga lungime a elementului, ţinînd seamă de influenţa frecărilor pe traseu).	0,05	0,06
b) — În celelalte cazuri	0,08	0,10

Observaţii

a) În cazul realizării armăturii pretensionate din alte calităţi de oţel, coeficientul Φ se va stabili prin încercări sau pe baza certificatului emis de uzina producătoare.

b) La elemente de construcţii care se află în mod obişnuit la temperaturi peste 60°C pierderea de tensiune datorită relaxării armăturii se stabileşte pe bază de încercări.

6.3.8. Contracţia şi curgerea lentă a betonului

6.3.8.1. Pierderea de tensiune în armăturile pretensionate datorită contracţiei şi curgerii lente a betonului se calculează cu ajutorul relaţiei (6.26) :

$$\Delta\sigma_{\bar{\varphi}} = n\,\bar{\varphi}\,\sigma_{bp}, \qquad (6.26)$$

unde $n = \frac{E_p}{E_b}$;

$\bar{\varphi}$ — caracteristica deformaţiei în timp a betonului ; pentru elementele de beton precomprimat cu ar-

Scanned with OKEN Scanner

mături realizate din sîrme mărimea $\bar{\varphi}$ se stabileşte în conformitate cu prevederile punctului 3.4.3 ;

σ_{bp} — efortul unitar de compresiune datorită acţiunii forţei de precomprimare din faza iniţială, a încărcărilor permanente şi a celorlalte încărcări exterioare de lungă durată (definite conform punctului 5.5.2), din fibra de beton de la nivelul centrului de greutate al armăturii pretensionate considerate.

Observaţie

a) Efortul unitar de calcul din armăturile nepretensionate în faza finală σ_a se calculează cu ajutorul relaţiei (6.26') :

$$\sigma_a = n\,\bar{\varphi}\,\sigma_{ba} \leqslant R_a^n \qquad (6.26')$$

unde : $n = \dfrac{E_a}{E_b}$;

σ_{ba} — efortul unitar de compresiune datorită acţiunii forţei de precomprimare din faza iniţială, a încărcărilor permanente şi a celorlalte încărcări exterioare de lungă durată (definite conform punctului 5.5.2), din fibra de beton de la nivelul centrului de greutate al armăturii nepretensionate considerate ;

R_a^n — rezistenţa normată a armăturii nepretensionate considerate.

b) Dacă efortul unitar de compresiune din beton, σ_{bp}, respectiv σ_{ba} scade sub valoarea dată de relaţia (3.4) :

$$\sigma_b = \frac{\varepsilon_c E_b}{\bar{\varphi}},$$

atunci $\Delta\sigma_{\bar{\varphi}}$ respectiv σ_a se calculează ţinînd seamă numai de efectul contracţiei, cu ajutorul relaţiilor (6.26'') :

$$\Delta\sigma_{\bar{\varphi}} = E_p\,\varepsilon_c, \text{ respectiv } \sigma_a = E_a \cdot \bar{\varepsilon}_c, \qquad (6.26'')$$

unde $\bar{\varepsilon}_c$ este deformaţia specifică a betonului datorită contracţiei, stabilită în conformitate cu prevederile punctului 3.4.4.

c) Pentru stabilirea valorilor σ_{bp} şi σ_{ba} se iau în considerare încărcările normate, iar valoarea coeficientului de imprecizie al forţei de precomprimare $m_0 = 1{,}0$.

6.3.8.2. Efectul forţei de precomprimare, al încărcărilor permanente şi al celorlalte încărcări de lungă durată, definite conform punctului 5.5.2, se ia în considerare ţinînd seamă de

Scanned with OKEN Scanner

momentul aplicării acestor încărcări ; calculul se poate face cu ajutorul relaţiilor aproximative (6.27), respectiv (6.27′) :

$$\Delta\sigma_{\bar{\varphi}} = n \sum \bar{\varphi}_i \sigma_{bpi} ; \qquad (6.27)$$

$$\sigma_a = n \sum \bar{\varphi}_i \sigma_{bai} ; \qquad (6.27')$$

unde : σ_{bpi} este efortul unitar din fibra de beton de la nivelul centrului de greutate al armăturii pretensionate considerate, datorit acţiunii forţei de precomprimare, a încărcărilor permanente şi a celorlalte încărcări exterioare de lungă durată aplicate în fiecare etapă în parte (se consideră cu semnul + pentru compresiune şi cu semnul — pentru întindere) ;

σ_{bai} — idem, din fibra de beton de la nivelul centrului de greutate al armăturii nepretensionate considerate ;

$\bar{\varphi}_i$ — valoarea caracteristicii deformaţiei în timp a betonului, corespunzătoare fiecărei etape de încărcare ;

n_i — raportul dintre modulul de elasticitate al armăturii considerate şi modulul de elasticitate al betonului, pentru marca respectivă.

6.4. CALCULUL ELEMENTELOR DE BETON PRECOMPRIMAT LA STAREA LIMITĂ DE REZISTENŢĂ ŞI STABILITATE (FLAMBAJ)

6.4.1. Prescripţii generale

6.4.1.1. Calculul elementelor de beton precomprimat la starea limită de rezistenţă şi de stabilitate (flambaj) se face :

a) la transfer ;

b) la transport sau montaj ;

c) în exploatare.

Observaţii

a) Pentru verificarea la transfer, greutatea proprie se consideră în calcul cu coeficientul de supraîncărcare 0,9.

b) Verificarea la transport şi montaj se face numai dacă schema de rezemare în timpul transportului şi la montaj diferă de schema de rezemare la transfer.

Scanned with OKEN Scanner

6.4.1.2. Calculul elementelor de beton precomprimat la starea limită de rezistență se face în secțiuni normale și în secțiuni înclinate pe axa elementului ținînd seamă de prevederile cap. 2.

6.4.1.3. Rezistențele de calcul pentru beton se iau cu valorile din tabela 6, ținînd seama și de observațiile de la această tabelă.

Observație

Pentru calculul elementelor din beton precomprimat la transfer și la transport sau montaj, rezistențele de calcul ale betonului se iau în funcție de rezistența pe cub a acestuia la data respectivă, dar nu mai mari decît cele corespunzătoare mărcii prescrise.

6.4.1.4 La elementele alcătuite din betoane și armături de calități diferite, fiecare calitate de beton și armătură se introduce în calcul cu rezistența corespunzătoare.

6.4.1.5. Armăturile nepretensionate din secțiunile elementelor de beton precomprimat se introduc în calcul cu rezistențele lor de calcul conform tabelei 9.

6.4.1.6. În cazul dispunerii armăturilor pretensionate după trasee curbe sau poligonale, eforturile din aceste armături în calculul la starea limită de rezistență se înmulțesc cu cos α respectiv cos α', unde α și α' reprezintă unghiurile de înclinare ale armăturilor pretensionate față de axa longitudinală a elementului în secțiunea considerată.

6.4.1.7. În relațiile de calcul la starea limită de rezistență, armătura pretensionată din zona întinsă a secțiunii se ia în considerare cu efortul unitar σ_l, calculat cu ajutorul relației (6.28) :

$$\sigma_l = m_p R_p, \qquad (6.28)$$

unde : m_p este coeficientul condițiilor de lucru al armăturii pretensionate din zona întinsă, conform punctelor 6.4.1.7, a ••• 6.4.1.7, d.

6.4.1.7, a. Pentru calculul elementelor solicitate la întindere centrică sau la întindere excentrică cu excentricitate mică, m_p se ia în considerare cu valoarea de calcul $m_p = 1{,}0$.

6.4.1.7, b. Pentru calculul elementelor solicitate la încovoiere, compresiune excentrică cu excentricitate mare sau întindere excentrică cu excentricitate mare, în secțiuni normale pe axa elementului, dacă armătura pretensionată are rezistența normată egală cu rezistența la tracțiune (de exemplu sîrmă SBP), m_p se ia în considerare cu valoarea de calcul stabilită pe baza următoarelor ipoteze :

Scanned with OKEN Scanner

— pentru deformațiile medii ale betonului pe înălțimea secțiunii, secțiunile plane înainte de deformație rămîn plane pînă la rupere ;

— în fibra extremă a zonei comprimate, se realizează în beton deformația specifică limită convențională de calcul la compresiune din încovoiere $\bar{\varepsilon}_l$, egală cu 2‰ pentru elementele cu armătură preîntinsă și cu 1‰ pentru elementele cu armătură postîntinsă ;

— betonul întins nu preia eforturi ;

— eforturile unitare din zona comprimată de beton sînt egale cu valoarea R_l, pe întreaga înălțime a acestei zone.

Coeficientul condițiilor de lucru al armăturii pretensionate din zona întinsă, m_p se determină pe baza diagramei caracteristice de calcul a oțelului utilizat :

$$m_p = \frac{\sigma_l}{R_p} = f(\varepsilon_l) , \tag{6.29}$$

iar deformația specifică a armăturii pretensionate, ε_l rezultă din relația (6.30) :

$$\varepsilon_l = \frac{h_0 - x}{x} \bar{\varepsilon}_l + m_0 \bar{\varepsilon}_0 , \tag{6.30}$$

unde : $\bar{\varepsilon}_l$ este deformația specifică a armăturii pretensionate în momentul în care deformația specifică a betonului în fibra extremă a zonei comprimate este $\bar{\varepsilon}_l$;

$\bar{\varepsilon}_0$ — deformația specifică a armăturii pretensionate corespunzătoare efortului unitar de calcul în faza finală ;

x — înălțimea zonei comprimate de beton ;

$m_0 = 0{,}9$ — coeficientul de imprecizie al forței de precomprimare din zona întinsă.

Observație

În anexa IV se dau indicații suplimentare pentru stabilirea coeficientului condițiilor de lucru al armăturii pretensionate din zona întinsă pentru cazul considerat.

6.4.1.7, c. Pentru calculul elementelor de la punctul 6.4.1.7, b care satisfac următoarele condiții :

— elementul este de secțiune dreptunghiulară, secțiune T, I, casetată sau oricare altă secțiune reductibilă la unul dintre tipurile enumerate ;

Scanned with OKEN Scanner

— armătura pretensionată are rezistenţa normată mai mare decît 10 000 kgf/cm²;

— armătura pretensionată din zona întinsă este repartizată pe mai puţin decît 30% din înălţimea grinzii şi poate fi considerată în consecinţă concentrată în centrul ei de greutate;

— înălţimea x a zonei comprimate este mai mică sau egală cu 0,3 h_0,

m_p se ia în considerare cu valoarea de calcul

$$m_p = 1 - k \frac{A_{pk}}{bh_0} \frac{R_p}{R_t}, \tag{6.31}$$

în care: k = 0,30 pentru armături preîntinse;

k = 0,60 pentru armături postîntinse;

A_{pk} — fracţiunea din armătura pretensionată situată în zona întinsă, care echilibrează în starea limită de rezistenţă compresiunea preluată de betonul din porţiunea de lăţime b a zonei comprimate (haşurat în fig. 36);

b — lăţimea zonei comprimate la nivelul axei neutre.

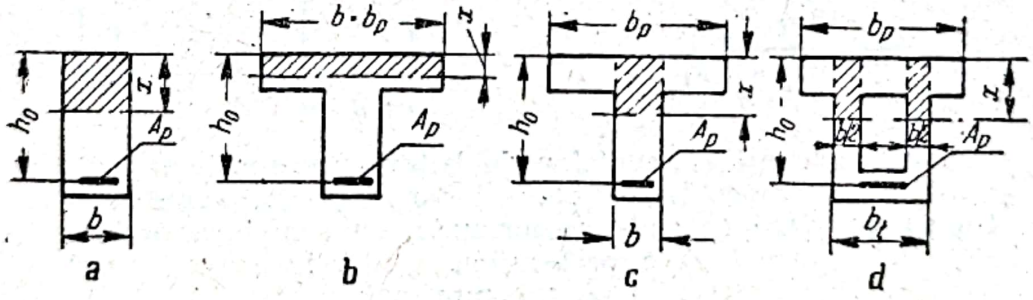


Fig. 36. Secţiunea de calcul pentru A_{pk}.

Observaţii

a) Pentru secţiuni dreptunghiulare simplu armate:

$$m_p = 1 - k \frac{A_p}{bh_0} \cdot \frac{R_p}{R_t}. \tag{6.32}$$

b) Pentru cazul general al elementelor solicitate de moment încovoietor şi forţă axială, avînd secţiunea cu întreaga placă în zona

Scanned with OKEN Scanner

comprimată, cu armătură pretensionată și armătură nepretensionată atît în zona întinsă cît și în zona comprimată (fig. 37) :

$$m_p = \frac{1-k\alpha_p}{2} + \sqrt{\left(\frac{1-k\alpha_p}{2}\right)^2 + k\left[0{,}8\left(\frac{b_p}{b_0}-1\right)\frac{h_p}{h_0} + \alpha'_p - (\alpha-\alpha') \mp \frac{N}{bh_0 R_t}\right]} \quad (6.33)$$

unde : $\alpha_p = \frac{A_p}{bh_0}\frac{R_p}{R_t}$; $\alpha = \frac{A_a}{bh_0}\frac{R_a}{R_t}$;

$\alpha'_p = \frac{A'_p}{bh_0}\frac{\sigma'_t}{R_t}$; $\alpha' = \frac{A'_a}{bh_0}\frac{R_a}{R_t}$;

N este forța axială ; semnul minus se referă la cazul în care N este compresiune.

c) Calculul elementelor care satisfac condițiile de mai sus în secțiunile de moment maxim, se admite, în mod acoperitor, să se facă cu ajutorul relațiilor (6.31) ... (6.33) și în celelalte secțiuni, chiar dacă acele secțiuni nu respectă condițiile de mai sus.

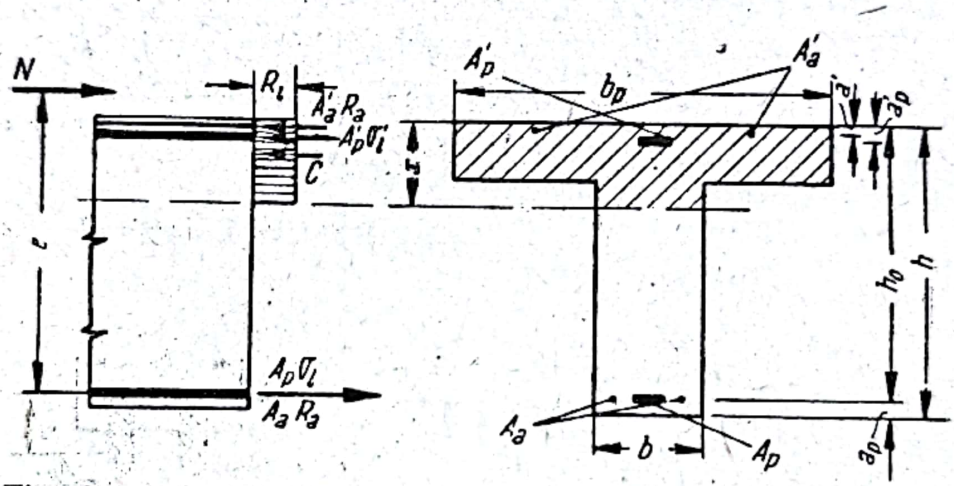


Fig. 37. Calculul elementelor de beton precomprimat solicitate de moment încovoietor și forță axială, avînd secțiunea cu placă în zona comprimată, cu armătură pretensionată și armătură nepretensionată atît în zona întinsă cît și în zona comprimată.

6.4.1.7. d. Pentru calculul elementelor solicitate la încovoiere, compresiune excentrică cu excentricitate mare sau întindere excentrică cu excentricitate mare, în secțiuni normale pe axa elementului, dacă armătura pretensionată are rezistența normată egală cu limita de curgere, m_p se ia în considerare cu valoarea de calcul $m_p = 1{,}0$.

6.4.1.8. În relațiile de calcul, în starea limită de rezistență armătura pretensionată din zona comprimată a secțiunii se ia în considerare cu efortul unitar σ'_t, determinat ținîndu-se

Scanned with OKEN Scanner

seamă de scăderea de efort unitar datorită deformației specifice a betonului la compresiune. Efortul unitar se poate considera cu valorile din tabela 29.

Tabela 29

Valorile efortului unitar σ_l' în armătura pretensionată din zona comprimată a secțiunilor de beton precomprimat în starea limită de rezistență

Nr. crt.	Tipul armăturii pretensionate din zona comprimată	Pentru calcul		
		la transfer	la transport sau montaj	în exploatare
1	Armături preîntinse	$(3\,000 - m_0\sigma_0)$	$(3\,000 - m_0\sigma_0)$ respectiv $(3\,000 - m_0\sigma_0')$	$(3\,000 - m_0\bar{\sigma}_0)$ respectiv $(3\,000 - m_0\bar{\sigma}_0')$
2	Armături postîntinse	$(-m_0\sigma_p)$		

unde σ_0 respectiv σ_0' este efortul unitar de calcul din armătura pretensionată, în faza inițială ;

$\bar{\sigma}_0$ respectiv $\bar{\sigma}_0'$ — efortul unitar de calcul din armătura pretensionată, în faza finală ;

σ_p — efortul unitar din armătura pretensionată după transfer ;

$m_0 = 1{,}1$ — coeficientul de imprecizie al forței de precomprimare.

Observații

a) Efortul unitar σ_l' poate fi pozitiv (compresiune) sau negativ (întindere).

b) Pentru armăturile la care

$$a_p' \geqslant \frac{x}{2},$$

unde: a_p' este distanța de la marginea comprimată a secțiunii pînă la centrul de greutate al armăturii pretensionate considerate ;

se consideră

$$\sigma_l' = (-m_0\sigma_0') \text{ respectiv } \sigma_l' = (-m_0\bar{\sigma}_0').$$

c) În cazurile excepționale în care transportul sau montajul elementelor cu armături postîntinse se face înaintea injectării canalelor, σ_l' se stabilește ca pentru transfer.

6.4.1.9. Pentru calculul la starea limită de rezistență a elementelor de beton precomprimat, solicitate sub acțiunea încărcărilor exterioare la încovoiere, compresiune excentrică cu excentricitate mare sau întindere excentrică cu excentricitate mare, se deosebesc două cazuri :

Scanned with OKEN Scanner

a) forța de precomprimare și marginea întinsă a secțiunii se află de părți diferite față de axa neutră ; acest caz se referă, în mod curent, la starea limită de rezistență la transfer, transport sau montaj și, în mod excepțional, în exploatare (de exemplu secțiuni solicitate în exploatare de momente încovoietoare de semne contrare, în diferite ipoteze de încărcare) ;

b) forța de precomprimare și marginea întinsă a secțiunii se află de aceeași parte a axei neutre ; acest caz se referă, în mod curent, la starea limită de rezistență în exploatare și, în mod excepțional, la transport și montaj.

6.4.1.10. În relațiile de calcul la starea limită de rezistență s-au luat în considerare următorii coeficienți ai condițiilor de lucru :

a) pentru elemente cu armătura la care rezistența normată este egală cu rezistența la tracțiune (de exemplu sîrmă SBP) :

$m = 0{,}8$, pentru elemente solicitate la întindere centrică sau excentrică cu excentricitate mică, precum și elemente solicitate la încovoiere, compresiune excentrică cu excentricitate mare sau întindere excentrică cu excentricitate mare, în condițiile de la punctul 6.4.1.9, b ;

$m = 1{,}0$, pentru celelalte cazuri.

b) pentru elemente cu armătură la care rezistența normată este egală cu limita de curgere :

$m = 1{,}0$, pentru toate cazurile.

6.4.1.11. Pentru elemente solicitate la încovoiere, compresiune excentrică cu excentricitate mare sau întindere excentrică cu excentricitate mare, se recomandă ca înălțimea x a zonei comprimate să fie mai mică decît $0{,}3\ h_0$.

Pentru cazurile în care $0{,}3\ h_0 < x \leqslant 0{,}55\ h_0$, se vor justifica prin calcule tehnico-economice dimensiunile alese prin proiect pentru secțiunea elementului.

În cazul cînd $x > 0{,}55\ h_0$, este necesară modificarea secțiunii elementului sau sporirea mărcii betonului.

6.4.1.12. În calculul elementelor de beton precomprimat comprimate centric sau excentric, se ține seama la acțiunea încărcărilor exterioare de influența flexibilității, în conformitate cu prevederile cap 5.1.

Scanned with OKEN Scanner

6.4.1.13. Efectul flexibilității elementelor de beton precomprimat sub acțiunea forței de precomprimare nu se ia în considerare.

Observație

La elemente cu armături postîntinse așezate în exteriorul secțiunii, pentru a se putea neglija efectul flexibilității sub acțiunea forței de precomprimare, distanța dintre punctele de fixare ale armăturii în lungul elementului nu va depăși 35 i, unde i este raza de girație a secțiunii pe direcția pe care poate avea loc pierderea stabilității.

6.4.1.14. Elementele mixte se calculează la starea limită de rezistență ca elemente obișnuite de beton precomprimat, ținînd seamă de prevederile punctului 6.4.1.4.

Betonul precomprimat din secțiunea elementelor mixte se calculează la starea limită de rezistență și sub acțiunea încărcărilor aplicate înainte de intrarea în lucru a betonului nesupus precomprimării.

6.4.1.15. Lățimea aripilor plăcii din zona comprimată a elementelor cu secțiune T, I sau casetată, solicitate la încovoiere, compresiune excentrică sau întindere excentrică, se determină în conformitate cu prevederile punctului 5.1.4.9 și se va considera în calculul la starea limită de rezistență multiplicată cu coeficientul 0,8.

6.4.2. Calculul elementelor de beton precomprimat la starea limită de rezistență la transfer

6.4.2.1. Elementele de beton precomprimat se calculează la starea limită de rezistență la transfer după cum urmează (fig. 38) :

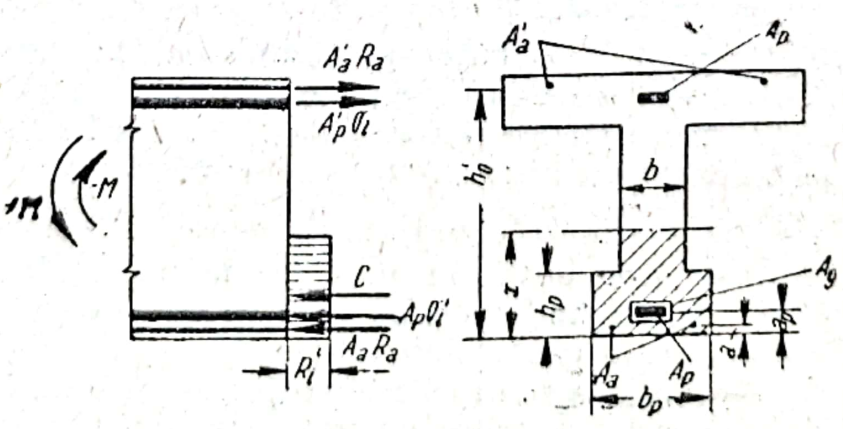


Fig. 38. Calculul elementelor de beton precomprimat la transfer.

Scanned with OKEN Scanner

a) Se determină poziția axei neutre cu ajutorul relației (6.34)

$$M \leqslant \left[bx \left(h_0' - \frac{x}{2} \right) + 0{,}8\,(b_p - b)\,h_p \left(h_0' - \frac{h_p}{2} \right) - A_g\,(h_0' - a_p) \right] R_i + A_p\,\sigma_l'\,(h_0' - a_p) + A_a\,R_a\,(h_0' - a) \qquad (6.34)$$

unde : A_g este aria golurilor în care se introduce armătura pretensionată ;

A_p — aria armăturii pretensionate din zona comprimată a secțiunii la transfer ;

A_a — aria armăturii nepretensionate din zona comprimată a secțiunii la transfer ;

M — momentul încovoietor datorit încărcării exterioare ; se consideră cu semnul plus dacă are ca efect creșterea eforturilor unitare de compresiune în zona comprimată a secțiunii.

b) Armătura din zona întinsă a secțiunii la transfer trebuie să satisfacă condiția (6.35)

$$A_p'\,\sigma_l + A_a'\,R_a \geqslant \left[bx + 0{,}8\,(b_p - b)\,h_p - A_g \right] R_i' + A_p\,\sigma_l' + A_a\,R_a ; \qquad (6.35)$$

unde : A_p' este aria armăturii pretensionate din zona întinsă a secțiunii la transfer ;

A_a' — aria armăturii nepretensionate din zona întinsă a secțiunii la transfer.

Observații

a) Dacă înălțimea zonei comprimate rezultată din relația (6.34) este mai mare decît 0,55 h_0', este necesară, în general, modificarea secțiunii elementului sau sporirea mărcii betonului.

b) Pentru cazul $0{,}3\,h_0' < x \leqslant 0{,}55\,h_0'$ se permite în mod aproximativ utilizarea valorii σ_l rezultată din relația (6.33) pentru $x = 0{,}3\,h_0'$. Această aproximație nu este permisă pentru calculul la starea limită de rezistență în exploatare.

6.4.2.2. Elementele de beton precomprimat, la care punctul de aplicație al forței de precomprimare coincide cu centrul de greutate al secțiunii, se pot calcula la starea limită de rezistență la transfer cu ajutorul relației (6.36) :

$$A_b\,R_{pr}' + A_p\,\sigma_l' + A_a\,R_a \geqslant 0 \qquad (6.36)$$

în care: A_b este aria secțiunii nete de beton a elementului (scăzînd golurile în care se introduce armătura pretensionată) ;

A_p — aria armăturii pretensionate din secțiune ;

A_a — aria armăturii nepretensionate din secțiune.

Scanned with OKEN Scanner

6.4.2.3. Elementele de beton precomprimat cu armături postîntinse se calculează la starea limită de rezistență la transfer în situațiile cele mai defavorabile, în funcție de ordinea de pretensionare a armăturilor.

6.4.3. Calculul elementelor de beton precomprimat la starea limită de rezistență la transport sau montaj

6.4.3.1. Elementele de beton precomprimat se calculează la starea limită de rezistență la transport și montaj după cum urmează :

a) Dacă forța de precomprimare și marginea întinsă a secțiunii se află de părți diferite față de axă neutră, calculul se face conform prevederilor punctului 6.4.2.1.

b) Dacă forța de precomprimare și marginea întinsă a secțiunii se află de aceeași parte a axei neutre, calculul se face conform prevederilor cap. 6.4.6 ... 6,4.9, înlocuind în relațiile de calcul R_l cu R_l^i.

Calculul elementelor de beton precomprimat la starea limită de rezistență și de stabilitate (flambaj) în exploatare

6.4.4. Compresiune centrică

6.4.4.1. Elementele de beton precomprimat, precomprimate centric și solicitate sub acțiunea încărcărilor exterioare la compresiune centrică, se calculează cu ajutorul relației (6.37) :

$$N \leqslant \varphi \left(A_b R_{pr} + A_p \sigma_l' + A_a R_a \right). \qquad (6.37)$$

unde φ este coeficientul de flambaj conform punctului 5.1.2.2 (tabela 21).

6.4.4.2. Elementele de beton precomprimat, precomprimate excentric și solicitate sub acțiunea încărcărilor exterioare la compresiune centrică, se calculează ca elemente de beton precomprimat solicitate la compresiune excentrică, în conformitate cu prevederile cap. 6.4.8.

6.4.5. Întindere centrică

6.4.5.1. Elementele de beton precomprimat solicitate la întindere centrică se calculează cu ajutorul relației (6.38) :

$$N \leqslant 0{,}8 \left(A_p R_p + A_a R_a \right). \qquad (6.38)$$

Scanned with OKEN Scanner

Observaţie

Dacă alungirea tirantului depăşeşte valorile maxime pe care le poate lua structura în starea limită de rezistenţă, se va mări secţiunea armăturii din tirant ţinînd seama de efortul unitar corespunzător alungirii maxime respective.

6.4.6. Încovoiere. Calculul în secţiuni normale pe axa elementului

6.4.6.1. Elementele solicitate la încovoiere cu secţiune dreptunghiulară, simplu armate (fig. 39), se calculează în secţiuni normale pe axa elementului cu ajutorul relaţiei (6.39) :

$$M \leqslant 0{,}8\, b\, x\, R_t \left(h_0 - \frac{x}{2} \right), \qquad (6.39)$$

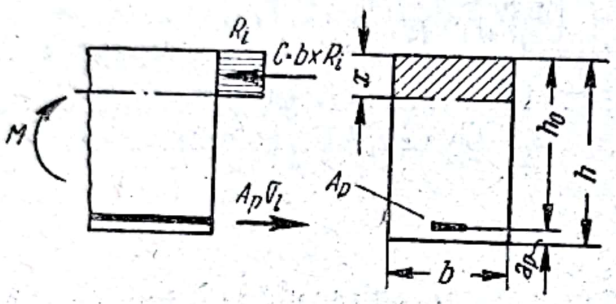


Fig. 39. Calculul elementelor de beton precomprimat solicitate la încovoiere cu secţiune dreptunghiulară, simplu armate.

poziţia axei neutre fiind determinată cu ajutorul relaţiei (6.40) :

$$x = \frac{A_p \sigma_t}{b R_t}. \qquad (6.40)$$

6.4.6.2. Elementele solicitate la încovoiere cu secţiune dreptunghiulară, dublu armate (fig. 40), se calculează în secţiuni normale pe axa elementului cu ajutorul relaţiei (6.41) :

$$M \leqslant 0{,}8 \left[b\, x\, R_t \left(h_0 - \frac{x}{2} \right) + A'_p\, \sigma'_t \left(h_0 - a'_p \right) \right], \qquad (6.41)$$

poziţia axei neutre fiind determinată pe baza relaţiei (6.42) :

$$x = \frac{A_p \sigma_t - A'_p \sigma'_t}{b\, R_t}. \qquad (6.42)$$

6.4.6.3. Elementele solicitate la încovoiere, cu placă în zona comprimată (secţiune T, I sau casetată), se calculează în secţiuni normale pe axa elementului după cum urmează :

a) Dacă axa neutră cade în placă (fig. 41, *a*),

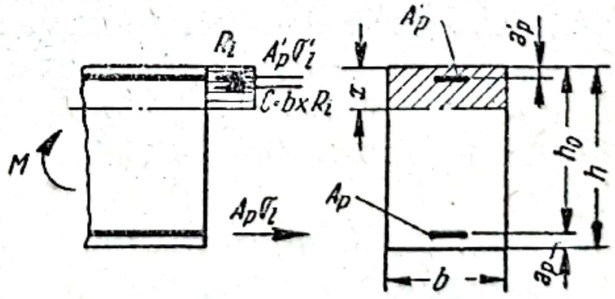


Fig. 40. Calculul elementelor de beton precomprimat solicitate la încovoiere cu secţiune dreptunghiulară, dublu armate.

calculul se face ca pentru o secţiune dreptunghiulară de lăţime $b + 0{,}8\ (b_p - b)$;

b) dacă axa neutră cade în inima grinzii (fig. 41, *b*), calculul se face cu ajutorul relaţiei (6.43)

$$M \leqslant 0{,}8\left(\left[b x\left(h_0 - \frac{x}{2}\right) + 0{,}8\,(b_p - b)\,h_p\left(h_0 - \frac{h_p}{2}\right)\right] R_t + A'_p\,\sigma'_t\,(h_0 - a'_p)\right), \qquad (6.43)$$

poziţia axei neutre fiind determinată pe baza relaţiei (6.44)

$$x = \frac{A_p \sigma_t - A'_p \sigma'_t - 0{,}8\,(b_p - b)\,h_p R_t}{b\,R_t} \qquad (6.44)$$

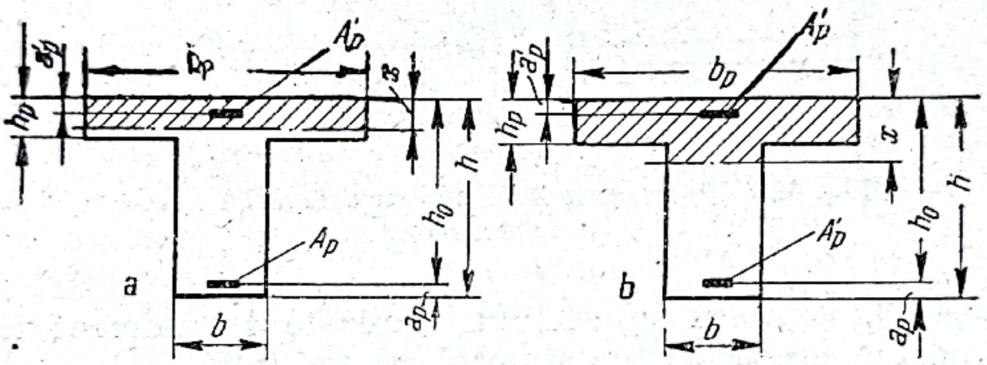


Fig. 41. Calculul elementelor de beton precomprimat solicitate la încovoiere, cu secţiune T :
a – axa neutră cade în placă ; *b* – axa neutră cade în inima grinzii.

6.4.6.4. Calculul elementelor solicitate la încovoiere la care sînt satisfăcute condiţiile de la punctul 6.4.1.7, *c* se recomandă să se facă cu tabelele 44 şi 45, din anexa V.

6.4.6.5. Eventuala armătură nepretensionată din secţiune, se introduce în relaţiile de calcul în conformitate cu prevederile cap. 6.4.1.

6.4.6.6. Dacă forţa de precomprimare şi marginea întinsă se află de părţi diferite ale axei neutre, calculul se face cu ajutorul relaţiilor (6.34) şi (6.35) de la punctul 6.4.2.1., în care se înlocuieşte R'_t cu R_t.

6.4.7. Încovoiere. Calculul în secţiuni înclinate pe axa elementului

6.4.7.1. Solicitările în secţiuni înclinate faţă de axa elementului se determină ca pentru elemente de beton armat în conformitate cu prevederile punctelor 5.1.5.1 şi 5.1.5.2.

Scanned with OKEN Scanner

6.4.7.2. Calculul în secţiuni înclinate, la moment încovoietor, nu este necesar la grinzile cu înălţime constantă sau cu înălţime variind continuu (cu vute) dacă se respectă condiţiile prevăzute la punctul 7.2.3.7.

Pentru grinzile cu variaţie bruscă a înălţimii este necesară verificarea la moment încovoietor în secţiunea înclinată pornind din colţul intrînd (v. fig. 15).

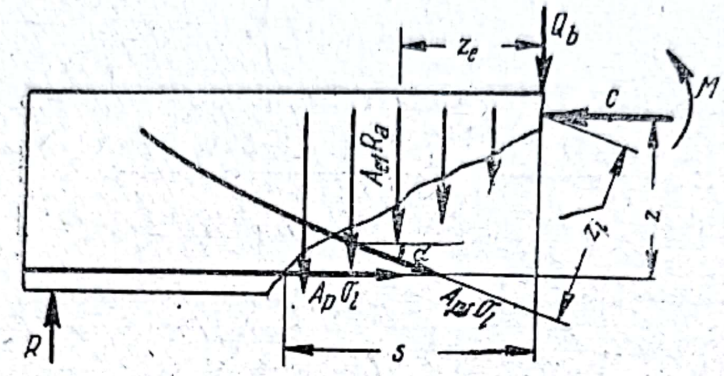


Fig. 42. Mărimi şi notaţii pentru calculul în secţiuni înclinate.

6.4.7.3. Calculul în secţiuni înclinate la moment încovoietor (fig. 42) se face cu ajutorul relaţiei (6.45)

$$M \leqslant 0{,}8\,(A_p\,\sigma_l\,z + \Sigma\,A_{pi}\,\sigma_l\,z_i + \Sigma\,A_{e,t}\,R_a\,z_e)\,, \qquad (6.45)$$

unde : A_p este aria secţiunii armăturilor pretensionate longitudinale ;

A_{pi} — aria secţiunii fiecărei armături pretensionate înclinate, care întretaie secţiunea considerată;

$A_{e,t}$ — aria secţiunii transversale a tuturor ramurilor unui etrier ;

z, z_i şi z_e — distanţa de la centrul de greutate al secţiunii armăturilor longitudinale din zona întinsă, respectiv distanţa de la fiecare armătură pretensionată înclinată sau de la fiecare etrier considerat, pînă la centrul de greutate al zonei comprimate (fig. 42).

Observaţie

Poziţia axei neutre şi valoarea coeficientului m_p pentru stabilirea efortului unitar σ_l din relaţia (6.45), $\sigma_l = m_p R_p$, se determină în secţiunea normală pe axa elementului situată la extremitatea din zona comprimată a secţiunii înclinate (v. fig. 42).

6.4.7.4. Direcţia secţiunii înclinate celei mai defavorabile pentru moment se determină pe baza relaţiei (6.46) :

$$Q_0 = \Sigma A_{pl}\, \sigma_l \sin \alpha + \Sigma A_{e,t}\, R_a , \qquad (6.46)$$

unde : Q_0 este forţa tăietoare de calcul la extremitatea din zona comprimată a secţiunii înclinate ;

α — unghiul de înclinare al armăturilor pretensionate faţă de axa longitudinală a elementului.

6.4.7.5. Calculul în secţiuni înclinate la forţe tăietoare se efectuează ca pentru elemente de beton armat.

În toate relaţiile de la capitolul 5.1.5, în care apar armături pretensionate înclinate, aceste armături se iau în considerare în calcul cu rezistenţa $\sigma_l = m_p R_{pt}$, unde m_p se determină în conformitate cu prevederile observaţiei de la punctul 6.4.7.3.

6.4.8. Compresiune excentrică

6.4.8.1. Elementele de beton precomprimat solicitate la compresiune excentrică se calculează după cum urmează :

a) În secţiuni normale pe axa elementului, în conformitate cu prevederile de la punctele 6.4.8.3 ••• 6.4.8.8, ţinînd seama şi de influenţa flexibilităţii, în conformitate cu prevederile punctului 5.1.7.9.

b) În secţiuni înclinate pe axa elementului, ca pentru elemente solicitate la încovoiere, în conformitate cu prevederile cap. 6.4.7.

6.4.8.2. Elementele de beton precomprimat solicitate la compresiune excentrică se consideră că lucrează cu :

a) excentricitate mică dacă este respectată condiţia

$$x > 0{,}55\, h_o \qquad (6.47)$$

respectiv

$$\bar{e} < \bar{e}_2 \qquad (6.47')$$

unde $\bar{e}$ = distanţa de la forţa exterioară N pînă la marginea mai puţin comprimată a secţiunii, stabilită ţinînd seama de influenţa flexibilităţii în conformitate cu prevederile capitolului 5.11 ;

$$\bar{e}_2 = a_p + \frac{S_c R_{pr} + 0{,}8 A'_p \sigma'_l (h_o - a'_p)}{1{,}25 A_c R_{pr} - 0{,}85 A_p R_p + A'_p \sigma'_l}$$

A_c — aria zonei comprimate a secţiunii pentru $x = 0{,}55\ h_0$;

S_c — momentul static al ariei zonei comprimate A_c în raport cu armătura A_p.

b) excenticitate mare, în celelalte cazuri.

Scanned with OKEN Scanner

6.4.8.3. Elementele solicitate la compresiune excentrică cu excentricitate mică (fig. 43) se calculează, în secţiuni normale pe axa elementului, cu relaţia (6.48).

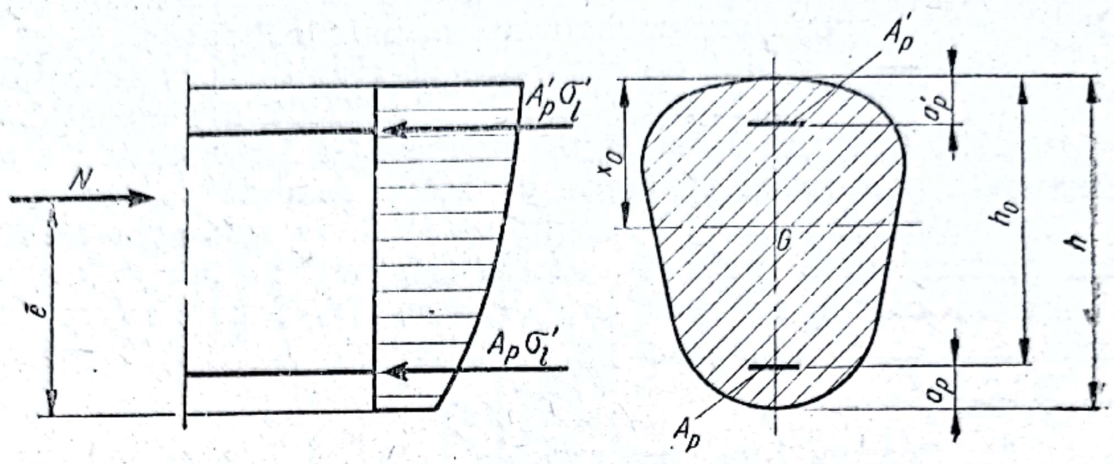


Fig. 43. Calculul elementelor de beton precomprimat solicitate la compresiune excentrică cu excentricitate mică.

$$N \leqslant N_1 \frac{\bar{e}_1 - \bar{e}_m}{\bar{e} - \bar{e}_m} \qquad (6.48)$$

respectînd condiţia $N \leqslant \varphi N_1$

unde $\bar{e}_m = \dfrac{N_1 \bar{e}_1 - N_2 \bar{e}_2}{N_1 - N_2}$

N_1 şi $\bar{e}_1$, se referă la cazul secţiunii comprimate centric $(\bar{e} = \bar{e}_1)$ iar N_2 şi $\bar{e}_2$ se referă la cazul limită $x = 0{,}55\ h_0$, $(\bar{e} = \bar{e}_2)$:

$$N_1 \bar{e}_1 = (h - x_o) A_b R_{pr} + A_p \sigma'_l a_p + A'_p \sigma'_l ((h - a'_p)$$

$$N_1 = A_b R_{pr} + A_p \sigma'_l + A'_p \sigma'_l$$

$$N_2 \bar{e}_2 = \left[S_c R_{pr} + 0{,}8 A'_p \sigma'_l (h_o - a'_p) \right] \frac{\bar{e}_2}{\bar{e}_2 - a_p}$$

x_o — distanţa de la centrul de greutate al secţiunii pînă la marginea cea mai comprimată a secţiunii.

6.4.8.4. Elementele solicitate la compresiune excentrică cu excentricitate mare, cu secţiune dreptunghiulară (fig. 44), se

Scanned with OKEN Scanner

calculează în secţiuni normale pe axa elementului, cu ajutorul relaţiei (6.49) :

$$Ne \leqslant 0{,}8\left[bxR_l\left(h_0-\frac{x}{2}\right)+A'_p\,\sigma'_l\,(h_0-a'_p)\right], \qquad (6.49)$$

poziţia axei neutre fiind determinată cu ajutorul relaţiei (6.50):

$$x=\frac{A_p\sigma_l-A'_p\sigma'_l+N}{b\,R_l}. \qquad (6.50)$$

6.4.8.5. Elementele solicitate la compresiune excentrică cu excentricitate mare, cu placă în zona comprimată (secţiune T, I sau casetată), se calculează în secţiuni normale pe axa elementului după cum urmează :

a) dacă axa neutră cade în placă (fig. 45), calculul se face ca pentru o secţiune dreptunghiulară de lăţime $b+0{,}8\ (b_p-b)$;

b) dacă axa neutră cade în inima grinzii (fig. 46), calculul se face cu ajutorul relaţiei (6.51)

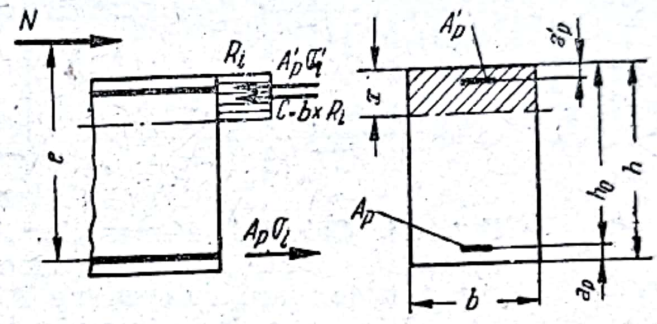


Fig. 44. Calculul elementelor de beton precomprimat solicitate la compresiune excentrică cu excentricitate mare, cu secţiune dreptunghiulară

$$Ne \leqslant 0.8\left\{\left[bx\left(h_0-\frac{x}{2}\right)+0.8\,(b_p-b)\,h_p\left(h_0-\frac{h_p}{2}\right)\right]R_l+\right.$$
$$\left.+A'_p\,\sigma'_l\,(h_0-a'_p)\right\}, \qquad (6.51)$$

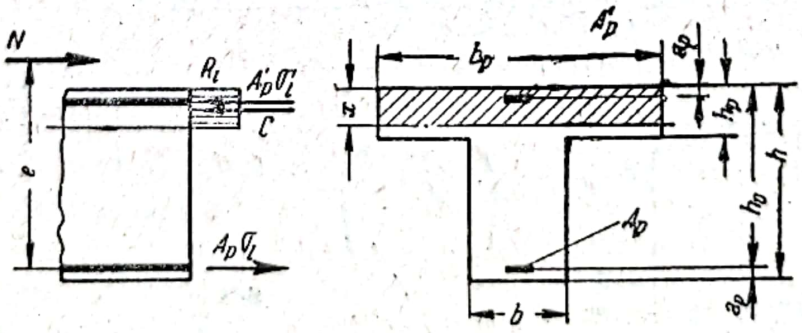


Fig. 45. Calculul elementelor de beton precomprimat sclicitate la compresiune excentrică cu excentricitate mare, cu secţiune T, la care axa neutră cade în placă.

Scanned with OKEN Scanner

poziția axei neutre fiind determinată pe baza relației (6.52) :

$$x = \frac{A_p \sigma_l - A'_p \sigma'_l - 0{,}8\,(b_p - b)\,h_p\,R_l + N}{b\,R_l} \qquad (6.52)$$

6.4.8.6. Calculul elementelor solicitate la compresiune excentrică cu excentricitate mare la care sînt satisfăcute condițiile de la punctul 6.4.1.7, c se recomandă să se facă cu tabelele 44 și 45 din anexa V.

6.4.8.7. Eventuala armătură nepretensionată din secțiune se ia în considerare în conformitate cu prevederile cap. 6.4.1.

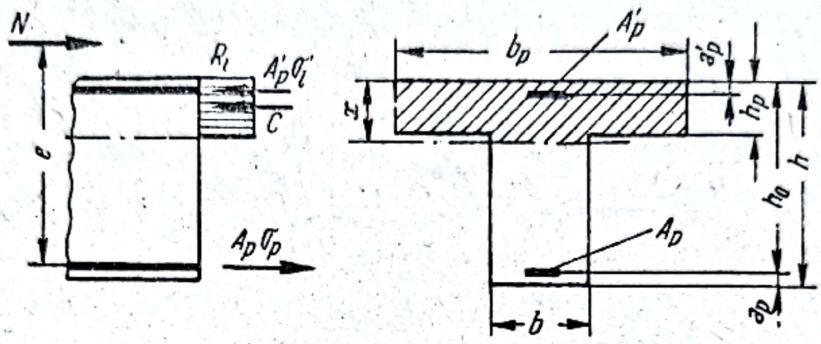


Fig. 46. Calculul elementelor de beton precomprimat solicitate la compresiune excentrică cu excentricitate mare, cu secțiune T, la care axa neutră cade în inima grinzii.

6.4.8.8. Dacă forța de precomprimare și marginea întinsă a secțiunii se află de părți diferite ale axei neutre, calculul se face cu ajutorul relațiilor (6.34) și (6.35) de la punctul 6.4.2.1 în care se înlocuiește R'_l cu R_l.

6.4.9. Întindere excentrică

6.4.9.1. Elementele de beton precomprimat solicitate la întindere excentrică se consideră că lucrează cu :

a) excentricitate mică, dacă forța exterioară N este aplicată între centrele de greutate ale secțiunilor armăturilor pretensionate A_p și A'_p ;

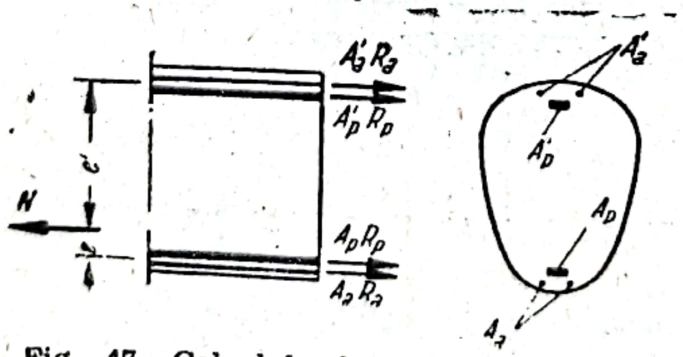


Fig. 47. Calculul elementelor de beton precomprimat solicitate la întindere excentrică cu excentricitate mică.

b) excentricitate mare, dacă forța exterioară N este aplicată în afara distanței dintre centrele de greutate ale secțiunilor armăturilor pretensionate A_p și A'_p.

6.4.9.2 Elementele solicitate la întindere excentrică cu excen-

Scanned with OKEN Scanner

tricitate mică (fig. 47) se calculează cu ajutorul relaţiilor (6.53) şi (6.54) :

$$N \leqslant \frac{0{,}8\,(S_p R_p + S_a R_a)}{e} \tag{6.53}$$

$$N \leqslant \frac{0{,}8\,(S'_p R_p + S'_a R_a)}{e'} \tag{6.54}$$

6.4.9.3. Elementele solicitate la întindere excentrică cu excentricitate mare, cu secţiune dreptunghiulară (fig. 48), se calculează în secţiuni normale pe axa elementului cu ajutorul relaţiei (6.55) :

$$Ne \leqslant 0{,}8\left[bx\,R_t\left(h_0 - \frac{x}{2}\right) + A'_p\,\sigma'_t\,(h_0 - a'_p)\right] \tag{6.55}$$

poziţia axei neutre fiind determinată cu ajutorul relaţiei (6.56)

$$x = \frac{A_p\sigma_t - A'_p\,\sigma'_t - N}{b\,R_t} \tag{6.56}$$

6.4.9.4. Elementele solicitate la întindere excentrică cu excentricitate mare, cu placa în zona comprimată (secţiune T, I sau casetată), se calculează în secţiuni normale pe axa elementului după cum urmează :

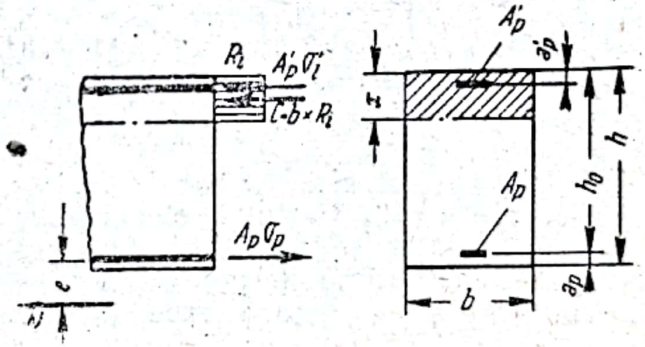


Fig. 48. Calculul elementelor de beton precomprimat solicitate la întindere excentrică cu excentricitate mare, cu secţiune dreptunghiulară.

a) dacă axa neutră cade în placă (fig. 49), calculul se face ca pentru o secţiune dreptunghiulară de lăţime $b + 0{,}8(b_p - b)$;

b) dacă axa neutră cade în inimă (fig. 50), calculul se face cu ajutorul relaţiei (6.57) :

$$Ne \leqslant 0{,}8\left\{\left[bx\left(h_0 - \frac{x}{2}\right) + 0{,}8\,(b_p - b)\,h_p\left(h_0 - \frac{h_p}{2}\right)\right]R_t + A'_p\,\sigma'_t\,(h_0 - a'_p)\right\}, \tag{6.57}$$

poziția axei neutre fiind determinată cu ajutorul relației (6.58):

$$x = \frac{A_p \sigma_l - A'_p \sigma'_l - 0{,}8\,(b_p - b)\,h_p R_l - N}{b\,R_l}. \qquad (6.58)$$

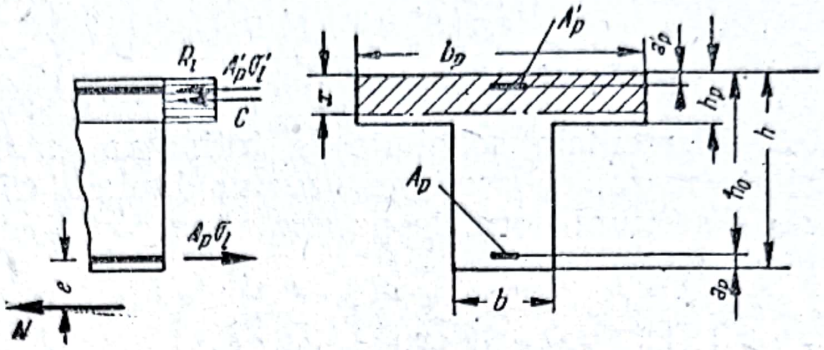


Fig. 49. Calculul elementelor de beton precomprimat solicitate la întindere excentrică cu excentricitate mare, cu secțiune T, la care axa neutră cade în placă.

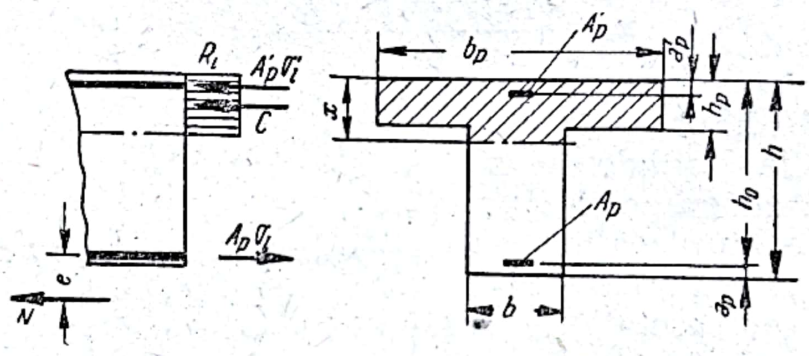


Fig. 50. Calculul elementelor de beton precomprimat solicitate la întindere excentrică cu excentricitate mare, cu secțiune T, la care axa neutră cade în inima grinzii.

6.4.9.5. Calculul secțiunilor solicitate la întindere excentrică cu excentricitate mare și care satisfac condițiile de la punctul 6.4.1.7, *c* se recomandă să se facă cu tabelele 44 și 45 din anexa V.

6.4.9.6. Eventuala armătură nepretensionată din secțiune se introduce în relațiile de calcul în conformitate cu prevederile cap. 6.4.1.

6.4.9,7. Dacă forța de precomprimare și marginea întinsă a secțiunii se află de părți diferite ale axei neutre, calculul se face cu ajutorul relațiilor (6.34) și (6.35) de la punctul 6.4.2.1, în care se înlocuiește R'_l cu R_l.

Scanned with OKEN Scanner

6.5. CALCULUL ELEMENTELOR DE BETON PRECOMPRIMAT LA STAREA LIMITĂ DE OBOSEALA

6.5.1. Elementele de beton precomprimat solicitate de încărcări repetate se verifică la starea limită de oboseală ţinînd seama şi de prevederile capitolului 2.

Verificarea se face punînd condiţia ca eforturile unitare maxime (normale pe secţiune sau dirijate după direcţiile principale) care apar sub acţiunea forţei de precomprimare în faza finală şi a încărcărilor normate, să nu depăşească rezistenţele de calcul la oboseală prescrise la capitolul 3.3.

Observaţii

a) Forţa de precomprimare $\overline{N}_0$ se multiplică cu coeficientul de imprecizie m_0 egal cu 0,9 sau 1,1, după cum este mai defavorabil pentru verificarea respectivă ;

b) Pentru elementele solicitate de maşini cu dinamicitate mare şi foarte mare, sau de poduri rulante cu regim foarte greu de exploatare, precum şi pentru secţiunile din rosturile elementelor şi construcţiilor asamblate prin postîntinderea armăturii, se recomandă ca efortul unitar de compresiune din secţiune să nu fie, în nici un punct, sub 5 kgf/cm², în nici o ipoteză de încărcare.

6.5.2. Eforturile unitare din beton şi armătură se determină în conformitate cu prevederile capitolului 6.2.

Secţiunea ideală de calcul se stabileşte în conformitate cu prevederile punctului 6.2.2 cu $n = \frac{E_p}{E_b}$, fără a se lua în consideraţie mortarul de injectare din canale şi stratul de protecţie al armăturilor exterioare.

Efortul unitar din armătura pretensionată se calculează cu ajutorul relaţiei (6.59) :

$$\sigma_a = n^o \, \sigma_{bp}, \tag{6.59}$$

unde $n^o = \frac{E_p}{E_b^o}$.

Valorile n^o sînt date în tabela 17.

6.6. CALCULUL ELEMENTELOR DE BETON PRECOMPRIMAT LA STAREA LIMITĂ DE APARIŢIE A FISURILOR

6.6.1. Principii generale

6.6.1.1. Calculul elementelor de beton precomprimat la starea limită de apariţie a fisurilor se face în secţiuni normale şi înclinate pe axa elementului.

6.6.1.2. Elementele de beton precomprimat se clasifică în următoarele categorii de fisurabilitate :

a) *Categoria I* — elemente la care se impun condiţii de impermeabilitate (rezervoare, conducte de presiune etc.) ;

b) *Categoria II* — elemente la care nu se impun condiţii de impermeabilitate şi care prezintă cel puţin una din următoarele particularităţi :

— sînt solicitate de încărcări repetate ;

— armătura pretensionată are rezistenţa normată peste 10 000 kgf/cm^2, sau diametrul sub 10 mm ;

c) *Categoria III* — toate celelalte elemente.

Observaţii

a) Elementele mixte se verifică la starea limită de apariţie a fisurilor în betonul precomprimat din secţiune, ca elemente din categoria II de fisurabilitate.

b) Categoria de fisurabilitate a elementelor aflate în mediu coroziv se stabileşte prin prescripţii speciale.

6.6.1.3. Elementele din categoria I de fisurabilitate se verifică la starea limită de apariţie a fisurilor astfel :

a) la transfer, transport sau montaj — sub acţiunea forţei de precomprimare în faza iniţială şi a încărcărilor exterioare de calcul corespunzătoare ;

b) în exploatare — sub acţiunea forţei de precomprimare în faza finală şi a încărcărilor exterioare de calcul corespunzătoare.

6.6.1.4. Elementele din categoria II de fisurabilitate se verifică la starea limită de apariţie a fisurilor astfel :

a) la transfer, transport sau montaj — sub acţiunea forţei de precomprimare în faza iniţială şi a încărcărilor exterioare normate corespunzătoare ;

b) în exploatare — sub acţiunea forţei de precomprimare în faza finală şi a încărcărilor exterioare normate corespunzătoare.

6.6.1.5. Elementele din categoria III de fisurabilitate nu se verifică la starea limită de apariţie a fisurilor.

6.6.1.6. Pentru secţiunile din rosturile elementelor şi construcţiilor asamblate prin postîntinderea armăturii se consideră $R_t = 0$.

6.6.1.7. La stabilirea caracteristicilor geometrice ale secţiunii ideale, în calculul la starea limită de apariţie a fisurilor, nu se ţine seamă de mortarul de injectare al canalelor sau de stratul de protecţie al armăturilor exterioare.

Scanned with OKEN Scanner

6.6.1.8. Pentru calculul la starea limită de fisurare a elementelor de beton precomprimat, solicitate (sub acțiunea încărcărilor exterioare) la încovoiere, la compresiune excentrică sau la întindere excentrică, se deosebesc două cazuri :

a) forța de precomprimare și marginea întinsă a secțiunii se află de părți diferite față de centrul de greutate al secțiunii ; acest caz se referă, în mod curent, la starea limită de apariție a fisurilor la transfer, transport sau montaj și, în mod excepțional în exploatare (de exemplu, secțiuni solicitate în exploatare de momente încovoietoare de semne contrare, în diferite ipoteze de încărcare);

b) forța de precomprimare și marginea întinsă a secțiunii se află de aceeași parte a centrului de greutate al secțiunii ; acest caz se referă, în mod curent, la starea limită de apariție a fisurilor în exploatare și, în mod excepțional, la transport sau montaj.

6.6.2. Calculul elementelor de beton precomprimat la starea limită de apariție a fisurilor în secțiuni normale, la transfer

6.6.2.1. Elementele de beton precomprimat se calculează la starea limită de apariție a fisurilor la transfer în secțiuni normale pe axa elementului, cu ajutorul relației (6.60).

$$\pm m_0 M_0'^s \pm M_f'^s \leqslant 2 W_0' R_t , \qquad (6.60)$$

unde : $M_0'^s$ este momentul forței de precomprimare N_0 față de limita sîmburelui central, opusă marginii întinse a secțiunii. În relația (6.60) se consideră semnul plus dacă forța N_0 și marginea întinsă a secțiunii se află de părți diferite față de limita sîmburelui central față de care se ia momentul ;

$M_f'^s$ — momentul încărcărilor exterioare față de limita sîmburelui central opusă marginii întinse a secțiunii. În relația (6.60) se consideră semnul plus dacă momentul $M_f'^s$ acționează în sensul pozitiv al momentului forței de precomprimare ;

m_0 — coeficientul de imprecizie al forței de precomprimare, egal cu 0,9 sau cu 1,1 după cum este mai defavorabil ;

Scanned with OKEN Scanner

W_0' este modulul de rezistență al secțiunii ideale pentru marginea întinsă, calculat ca pentru un material elastic și omogen.

Distanța de la limita sîmburelui central pînă la centrul de greutate al secțiunii se determină cu ajutorul relației (6.61) :

$$r_s' = \frac{W_0'}{A_t}. \qquad (6.61)$$

6.6.3. Calculul elementelor de beton precomprimat la starea limită de apariție a fisurilor în secțiuni normale, la transport sau montaj

6.6.3.1. Elementele de beton precomprimat se calculează la starea limită de apariție a fisurilor la transport sau montaj după cum urmează :

a) Dacă forța de precomprimare și marginea întinsă a secțiunii se află de părți diferite față de centrul de greutate al secțiunii, calculul se face conform prevederilor cap. 6.6.2.

b) Dacă forța de precomprimare și marginea întinsă a secțiunii se află de aceeași parte a centrului de greutate al secțiunii, calculul se face conform prevederilor cap. 6.6.4, înlocuind în relațiile de calcul $\overline{N}_0$ cu N_0.

6.6.4. Calculul elementelor de beton precomprimat la starea limită de apariție a fisurilor în secțiuni normale, în exploatare

6.6.4.1. Calculul la starea limită de apariție a fisurilor în exploatare, al elementelor precomprimate centric și solicitate la întindere centrică, se face cu ajutorul relației (6.62) :

$$N_f \leqslant A_b R_t + A_p (m_0 \overline{\sigma}_0 + 200) + A_a (200 - \sigma_a), \qquad (6.62)$$

unde : N_f este solicitarea datorită încărcărilor exterioare ;
A_b — aria secțiunii nete de beton a elementului ;
A_p — aria secțiunii armăturii pretensionate ;
A_a — aria secțiunii armăturii nepretensionate ;
σ_0 — efortul unitar de calcul în armătura pretensionată în faza finală ;

Scanned with OKEN Scanner

σ_a este efortul unitar de calcul în armătura nepretensionată în faza finală ;

$m_0 = 0{,}9$ — coeficientul de imprecizie al forței de precomprimare.

6.6.4.2. Elementele solicitate la încovoiere, compresiune excentrică sau întindere excentrică se calculează în secțiuni normale pe axa elementului cu ajutorul relației (6.63):

$$M_f^s \leqslant W_f R_t + m_0 \overline{M}_0^s , \tag{6.63}$$

unde : $\overline{M}_0^s$ este momentul forței de precomprimare $\overline{N}_0$ față de limita sîmburelui central, opusă marginii întinse a secțiunii ;

M_f^s — momentul încărcărilor exterioare față de limita sîmburelui central opusă marginii întinse a secțiunii ;

$m_0 = 0{,}9$ — coeficientul de imprecizie al forței de precomprimare ;

W_f — modulul de rezistență la fisurare al secțiunii ideale, determinat în conformitate cu ipotezele de la punctul 4.3.1.

Distanța de la limita sîmburelui central pînă la centrul de greutate al secțiunii se determină cu ajutorul relației (6.64) :

$$r_s = \frac{W_0}{A_f} , \tag{6.64}$$

unde : W_0 este modulul de rezistență al secțiunii ideale pentru marginea întinsă, calculat ca pentru un material elastic și omogen.

6.6.4.3. Modulul de rezistență la fisurare al secțiunii ideale W_f, se calculează cu ajutorul relației (6.65) :

$$W_f = \gamma W_0 , \tag{6.65}$$

unde coeficientul γ este dat în anexa VI in funcție de forma secțiunii transversale a elementului.

Observație

Se permite utilizarea relațiilor de calcul mai precise din tabela 30.

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 30

Relații de calcul pentru modulul de rezistență la fisurare

Caracteristicile secțiunii	Înălțimea zonei întinse	W_f
Axa neutră taie secțiunea într-o porțiune de lățime constantă (fig. 51)	$h - x = \dfrac{S_d}{A_d + \dfrac{A_{(+)} - A_{(-)}}{2}}$	$\dfrac{2I_c}{h-x} + S_t$
Secțiune oarecare (înălțimea zonei întinse se determină prin încercări)	$h - x = \dfrac{2S_c}{A_t}$	

A_d este aria suprafeței convenționale de calcul, alcătuită din zona comprimată a secțiunii ideale, completată în zona întinsă cu un dreptunghi de lățime b, egală cu lățimea secțiunii în axa neutră și de înălțime $(h—x)$, egală cu înălțimea zonei întinse (v. fig. 51) ;

S_d — momentul static al suprafeței A_d față de marginea întinsă I-I (v. fig. 51) ;

$A_{(+)}$ — aria porțiunilor din zona întinsă a secțiunii ideale care ies în afara dreptunghiului $(h\text{-}x)b$;

$A_{(-)}$ — aria golurilor din zona întinsă ;

S_c — momentul static al zonei comprimate a secțiunii ideale față de axa neutră ;

I_c — momentul de inerție al zonei comprimate a secțiunii ideale în raport cu axa neutră ;

A_t — aria zonei întinse a secțiunii ideale ;

S_t — momentul static al zonei întinse a secțiunii ideale față de axa neutră.

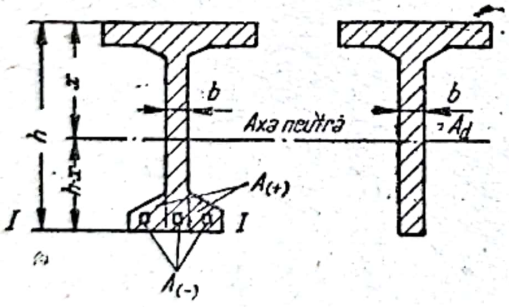


Fig. 51. Notații pentru calculul modulului de rezistență la fisurare.

6.6.4.4. Pentru secțiunile solicitate la întindere excentrică la care mărimea forței exterioare de întindere în stadiul limită de apariție a fisurilor depășește valoarea forței de precomprimare, calculul se face cu ajutorul relației (6.67), dacă sînt satisfăcute următoarele condiții :

a) Forța de precomprimare N_0 și limita sîmburelui central opusă marginii mai întinse a secțiunii se află de aceeași parte a forței exterioare N (fig. 52).

b) Distanța, e_N, dintre forța exterioară N și forța de precomprimare $\bar{N}_0$ satisface relația (6.66) :

$$e_N \geqslant \frac{W_f R_t}{\bar{N}_0} . \qquad (6.66)$$

Dacă una singură dintre condițiile de mai sus nu este satisfăcută, calculul se face cu ajutorul relației (6.67):

$$M_f^{sc} \leqslant W_f R_t + m_0 \bar{M}_0^{sc}, \qquad (6.67)$$

în care : M_0^{sc} este momentul forței de precomprimare $\bar{N}_0$ față de limita convențională a sîmburelui central, opusă marginii întinse a secțiunii ;

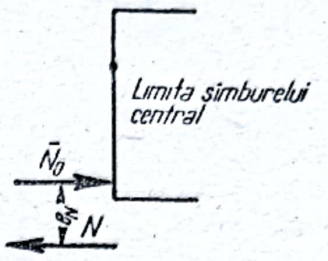


Fig. 52. Poziția forței extericare de întindere N în raport cu forța de precomprimare și N_0 limita sîmburelui central.

M_f^{sc} — momentul încărcărilor exterioare față de limita convențională a sîmburelui central opusă marginii întinse a secțiunii ;

$m_0 = 0{,}9$ — coeficientul de imprecizie al forței de precomprimare.

Distanța de la limita convențională a sîmburelui central pînă la centrul de greutate al secțiunii se determină cu ajutorul relației (6.68) :

$$r_{sc} = \frac{W_f}{A_t} . \qquad (6.68)$$

6.6.4.5. Dacă forța de precomprimare și marginea întinsă a secțiunii se află de părți diferite față de centrul de greutate al secțiunii, calculul se face cu ajutorul relației (6.60) în care se înlocuiește N_0 cu $\bar{N}_0$.

6.6.4.6. Pentru elemente mixte, calculul la starea limită de apariție a fisurilor în betonul precomprimat din secțiune, se face în conformitate cu prevederile punctului 6.6.4.2. Dacă axa neutră trece prin betonul nesupus precomprimării, se consideră în calcule secțiunea ideală fără a se ține seamă de betonul nesupus precomprimării situat în zona întinsă, stabilind W_f cu ajutorul relațiilor din tabela 30.

Pentru elementele mixte prevăzute în zona întinsă cu bare sau dulapi de beton precomprimat (fig. 53) calculul se poate face cu ajutorul relației (6.69) :

$$M_f \leqslant \left[A_{bp} R_t + A_p (m_0 \bar{\sigma}_0 + 200) \right] z \qquad (6.69)$$

Scanned with OKEN Scanner

unde : M_f este momentul încovoietor datorită acţiunii încărcărilor exterioare ;

A_{bp} — aria secţiunii de beton a barelor sau dulapilor de beton precomprimat ;

A_p — aria secţiunii armăturii pretensionate ;

z — braţul de pîrghie al eforturilor interioare din secţiune în stadiul limită de apariţie a fisurilor (v. fig. 53) ;

$m_0 = 0{,}9$ este coeficientul de imprecizie al forţei de precomprimare.

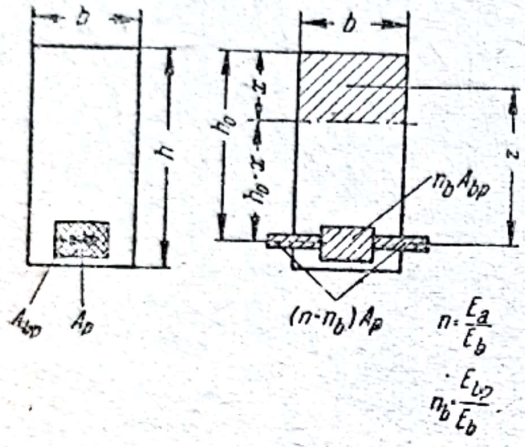


Fig. 53. Notaţii pentru calculul elementelor mixte la starea limită de apariţie a fisurilor.

Poziţia axei neutre se determină cu ajutorul relaţiei din tabela 30 (pentru o secţiune oarecare), luînd în considerare secţiunea ideală din care s-a eliminat betonul nesupus precomprimării situat în zona întinsă.

6.6.5. Calculul elementelor de beton precomprimat la starea limită de apariţie a fisurilor în secţiuni înclinate faţă de axa elementelor

6.6.5.1. Calculul elementelor de beton precomprimat, — solicitate la încovoiere, compresiune excentrică sau întindere excentrică sub acţiunea încărcărilor la transfer, transport, montaj sau în exploatare, — la starea limită de apariţie a fisurilor în secţiuni înclinate faţă de axa elementului se face prin limitarea valorilor eforturilor principale datorite acţiunii forţei de precomprimare şi a încărcărilor exterioare.

6.6.5.2. Eforturile unitare principale se determină :

a) în lungul elementelor, în secţiunile cele mai periculoase, în funcţie de diagrama forţelor tăietoare şi a momentelor încovoietoare şi de variaţia dimensiunilor secţiunilor ;

b) în cadrul aceleiaşi secţiuni, la nivelul centrului de greutate al secţiunii şi în punctele de modificare a lăţimii secţiunii ; eforturile principale la marginile secţiunii se determină numai în cazul acţiunii concomitente a unui moment de torsiune.

Scanned with OKEN Scanner

6.6.5.3. Pentru elementele cu armătură preintinsă realizată din sîrme împletite ancorate prin aderenţă, este obligatorie verificarea eforturilor principale unitare la marginea reazemului şi pe lungimea de ancorare.

Se consideră că eforturile unitare din beton datorită acţiunii forţei de precomprimare cresc liniar de la valoarea zero la capătul elementului pînă la valorile de calcul la sfîrşitul lungimii de ancorare (fig. 54).

Lungimea de ancorare la armături alcătuite din sîrme împletite este dată în tabela 31.

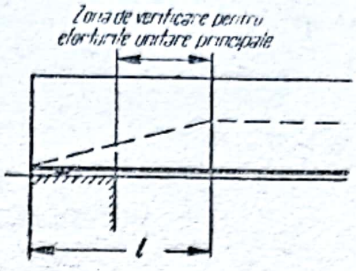


Fig. 54. Variaţia efortului unitar de calcul din armătura pretensionată pe lungimea de ancorare la capătul elementului.

Tabela 31

Lungimea de ancorare la armături alcătuite din sîrme împletite cîte 2 sau cîte 3

Rezistenţa pe cub a betonului la transfer kgf/cm²	250	300	400	500
Lungimea de ancorare	150∅	120∅	80∅	80∅

în care ∅ este diametrul unei sîrme.

Observaţii

a) Dacă transferul are loc în mod brusc, de exemplu prin tăierea sîrmelor sub efort, se consideră că lungimea de ancorare l se măreşte cu 25%.

b) Nu se recomandă folosirea elementelor cu armătură preîntinsă sub formă de sîrme împletite în cazul prezenţei unor forţe tăietoare importante.

6.6.5.4. Eforturile unitare principale de întindere σ_{b1}, trebuie să satisfacă condiţia (6.70):

$$\sigma_{b1} \leqslant 1{,}5\, R_t\,, \qquad (6.70)$$

unde R_t se consideră cu valorile din tabela 6.

Dacă nu se respectă această condiţie, este necesară modificarea secţiunii elementului, sporirea mărcii betonului sau prevederea de etrieri pretensionaţi.

Scanned with OKEN Scanner

6.6.5.5. La elementele cu pereți subțiri, avînd grosimea inimii $b \leqslant \frac{1}{15} h$, eforturile unitare principale de compresiune σ_{b2}, trebuie să satisfacă condiția (6.71) :

$$\sigma_{b2} \leqslant a R_{pr}, \tag{6.71}$$

unde : $a = 1{,}0$ pentru elemente din categoria I de fisurabilitate.

$a = 0{,}8$ pentru elemente din categoria II de fisurabilitate.

Dacă nu se respectă această condiție, este necesară modificarea secțiunii elementului sau sporirea mărcii betonului.

6.6.5.6. Eforturile unitare principale din beton se determină cu ajutorul relației (6.72) :

$$\sigma_{b1,2} = \frac{\sigma_b}{2} \mp \sqrt{\left(\frac{\sigma_b}{2}\right)^2 + \tau_b^2} \tag{6.72}$$

unde : σ_{b1} — efortul unitar principal de întindere din beton ;

σ_{b2} — efortul unitar principal de compresiune din beton ;

σ_b — efortul unitar normal din beton ;

τ_b — efortul unitar tangențial din beton.

Observații

a) Eforturile unitare de compresiune din beton se consideră cu semnul plus.

b) Dacă se prevăd etrieri pretensionați, se va ține seama în calculul eforturilor unitare principale de prezența efortului unitar de compresiune pe direcție normală pe axa elementului.

6.6.5.7. Eforturile unitare tangențiale din beton se determină în secțiuni normale pe axa elementului după cum urmează :

a) Pentru elemente cu înălțime constantă, cu ajutorul relației (6.73) :

$$\tau_b = \frac{Q S_i}{b I_i}, \tag{6.73}$$

unde : S_i este momentul static al porțiunii din secțiunea ideală situată deasupra fibrei în care se determină τ_b, față de axa ce trece prin centrul de greutate al secțiunii ideale ;

I_i — momentul de inerție al secțiunii ideale ;

b — lățimea secțiunii în dreptul fibrei în care se determină τ_b ;

Scanned with OKEN Scanner

$Q = (Q_{ext} - Q_p)$ este forța tăietoare din secțiune, egală cu diferența dintre Q_{ext}, forța tăietoare datorită acțiunii încărcărilor exterioare și componenta verticală Q_p a eforturilor din armăturile pretensionate cu traseu curbiliniu sau poligonal; Q_p are valorile: $Q_p = \sum m_0 A_p \sigma_0 \sin \alpha$ — la transfer, transport sau montaj; $Q_p = \sum m_0 A_p \bar{\sigma}_0 \sin \alpha$ — în exploatare; în care: m_0 = coeficientul de imprecizie al forței de precomprimare, egal cu 1,1 la transfer, transport sau montaj și cu 0,9 în exploatare.

b) Pentru elementele cu înălțime variabilă, cu ajutorul relației (6.74)

$$\tau_b = \frac{1}{b}\left[\frac{Q - N \operatorname{tg} \beta}{I_i} S_i - \frac{M}{I_i}\left(\frac{S_i}{I_i}\frac{\mathrm{d}I_i}{\mathrm{d}x} - A_i' \operatorname{tg} \beta\right) + \frac{N}{A_i^2} A_i' \frac{\mathrm{d}A_i}{\mathrm{d}x}\right] \quad (6.74)$$

unde: A_i este aria secțiunii ideale;

A_i' — aria porțiunii din secțiunea ideală situată deasupra fibrei în care se determină τ_b;

S_i — momentul static al porțiunii din secțiunea ideală situată deasupra fibrei în care se determină τ_b, față de axa ce trece prin centrul de greutate al secțiunii ideale;

I_i — momentul de inerție al secțiunii ideale;

b — lățimea secțiunii în dreptul fibrei în care se determină τ_b;

$\operatorname{tg} \beta$ — înclinarea liniei centrelor de greutate ale secțiunilor elementului;

M — momentul încovoietor din secțiune în raport cu centrul de greutate al secțiunii;

N — forța axială din secțiune;

Q — forța tăietoare din secțiune.

În calculul lui M, N, Q, se ia în considerare și forța de precomprimare multiplicată cu coeficientul de imprecizie m_0, egal cu 1,1 la transfer, transport sau montaj și 0,9 în exploatare.

Observație

În cazul acțiunii concomitente a unui moment de torsiune, se va adăuga valoarea efortului unitar tangențial din torsiune, calculat ca pentru un material elastic și omogen.

Scanned with OKEN Scanner

6.7. CALCULUL ELEMENTELOR DE BETON PRECOMPRIMAT LA STAREA LIMITĂ DE DESCHIDERE A FISURILOR

6.7.1. Elementele de beton precomprimat din categoria III de fisurabilitate se verifică la starea limită de deschidere a fisurilor ca elemente de beton armat în conformitate cu prevederile capitolului 5.4.

Observații

a) Verificarea la starea limită de deschidere a fisurilor se face la transfer, transport, montaj sau în exploatare. Încărcările se consideră în conformitate cu prevederile punctului 6.6.1.4., a și b.

b) Coeficientul de imprecizie al forței de precomprimare se ia în considerare cu valoarea de calcul $m_0 = 1{,}0$.

c) Pentru stabilirea distanței dintre fisuri λ_f și a valorii coeficientului ψ în relațiile (5.98) și (5.102), A_{bt} se calculează ținînd seama și de acțiunea forței de precomprimare.

d) Pentru stabilirea deschiderii fisurilor α_f în relația (5.97) se înlocuiește σ_a cu $\Delta\sigma_a = \sigma_a - \bar{\sigma}_0$, unde σ_a se calculează în secțiunea fisurată ținînd seama și de acțiunea forței de precomprimare. În mod acoperitor se poate lua cu aprcximație $\Delta\sigma_a = \frac{R_p - \bar{\sigma}_0}{\bar{n}}$ unde $\bar{n}$ este coeficientul mediu de supraîncărcare, conform prevederilor punctului 1.4.2.

6.7.2. Deschiderea fisurilor la elemente de beton precomprimat din categoria III nu trebuie să fie mai mare decît valorile date la punctul 5.4.6.

6.8. CALCULUL RIGIDITĂȚII ELEMENTELOR DE BETON PRECOMPRIMAT

6.8.1. Modulul de rigiditate K al elementelor de beton precomprimat din categoria I și II de fisurabilitate se calculează cu ajutorul relațiilor din tabela 32.

Tabela 32

Relații de calcul pentru modulul de rigiditate K al elementelor de beton precomprimat din categoria I și II de fisurabilitate

Caracterul încărcărilor	Tiranți	Elemente solicitate la încovoiere, întindere excentrică cu excentricitate mare sau compresiune excentrică
Încărcări de scurtă durată	$K_s = 0{,}85\, E_b\, A_i$	$K_s = 0{,}85\, E_b\, I_i$
Încărcări de lungă durată (în conformitate cu prevederile pct. 5.5.2)	$K_d = 0{,}85 \frac{E_b}{1+\varphi} A_i$	$K_d = 0{,}85 \frac{E_b}{1+\varphi} I_i$

Scanned with OKEN Scanner

Valoarea caracteristicii deformației în timp a betonului, $\overline{\varphi}$, se alege în conformitate cu prevederile punctului 3.4, corespunzător valorii maxime a efortului unitar normal din beton, în secțiunea considerată.

6.8.2. Modulul de rigiditate al elementelor de beton precomprimat din categoria III de fisurabilitate se determină ca pentru elemente de beton armat, în conformitate cu prevederile capitolelor 5.5 și 6.7.

Pentru stabilirea valorii coeficientului ψ în relația (5.102). A_{bt} se calculează ținînd seama și de acțiunea forței de precomprimare.

6.9. CALCULUL ELEMENTELOR DE BETON PRECOMPRIMAT LA STAREA LIMITĂ DE DEFORMAȚIE

6.9.1. Calculul săgeților elementelor solicitate la încovoiere, compresiune excentrică sau întindere excentrică se face conform prevederilor cap. 2, ținînd seamă de regulile staticii construcțiilor și folosind modulii de rigiditate determinați conform prevederilor punctelor 6.8.1 și 6.8.2. Calculul se face pentru acțiunea încărcărilor normate, cu respectarea prevederilor punctului 5.5.2.

Pentru fiecare porțiune de element cu moment încovoietor de același sens, modulul de rigiditate se consideră constant și egal cu valoarea din secțiunea cu moment încovoietor maxim de pe porțiunea respectivă.

6.9.2. Deformația datorită acțiunii forței de precomprimare se calculează cu valoarea $m_0\ N_0$ a acesteia și cu modulul de rigiditate K_s, pentru încărcare de scurtă durată în faza inițială și K_d pentru încărcări de lungă durată în faza finală.

Coeficientul de imprecizie m_0 se ia egal cu valoarea 0,9 sau 1,1 după cum este mai defavorabil.

6.9.3. Valoarea modulului de elasticitate și a caracteristicii deformației în timp a betonului $\overline{\varphi}$ pentru încărcări de lungă durată se consideră în calcul în funcție de rezistența betonului la data aplicării forței de precomprimare sau a încărcării respective.

6.9.4. Pentru determinarea săgeților planșeelor pe care reazemă pereții despărțitori se respectă prevederile punctului 5.6.2.

6.9.5. Pentru elemente de planșeu și de acoperiș solicitate la încovoiere, diferența dintre săgeata datorită încărcărilor

Scanned with OKEN Scanner

exterioare și contrasăgeata datorită acțiunii forței de precomprimare, nu trebuie să depășească valorile indicate în tabela 24.

Pentru grinzile căilor de rulare, săgețile sub acțiunea numai a încărcărilor din podul rulant, nu trebuie să depășească valorile indicate în tabela 24.

6.10. CALCULUL ZONELOR DE ANCORARE

6.10.1. Prin zonă de ancorare se înțelege porțiunea dintr-un element de beton precomprimat cuprinsă între suprafața de rezemare a ancorajului și secțiunea transversală a elementului în care se realizează, conform calculului, o repartiție liniară a eforturilor unitare.

Observații

a) Lungimea zonei de ancorare, în cazul armăturilor ancorate la capătul elementului, se poate lua egală cu înălțimea secțiunii transversale a elementului ;

b) În cazul armăturilor postîntinse ancorate în deschidere, lungimea zonei de ancorare se extinde în plus și în spatele ancorajului pe o lungime egală cu jumătate din înălțimea secțiunii transversale a elementului ;

c) În cazul armăturilor preîntinse, lungimea zonei de ancorare se consideră începînd de la capătul elementului.

6.10.2. Betonul de sub ancoraje se verifică la compresiune locală cu ajutorul relației (6.75)

$$m_0 A_p \sigma_k \leqslant \xi R^i_{pr} A_l + R_{as} A_{as} , \qquad (6.75)$$

unde : A_p este aria secțiunii armăturii postîntinse ;

σ_k — efortul unitar de control din armătura pretensionată ;

$m_0 = 1{,}1$ — coeficientul de imprecizie al forței de precomprimare ;

R^i_{pr} — rezistența prismatică de calcul a betonului în faza inițială, în funcție de rezistența pe cub a acestuia în momentul transferului ;

ξ — coeficient care ține seamă de sporirea capacității portante a betonului solicitat la compresiune locală. Valoarea ξ se determină cu ajutorul relației (6.76) :

$$\xi = r\left(4 - 4\sqrt{\frac{A_l}{A}} + \frac{A_l}{A}\right), \qquad (6.76)$$

dar nu mai mare decît 2,0 ;

Scanned with OKEN Scanner

r este coeficient care ține seama de influența flexibilității eventualelor plăci de repartiție de sub ancoraj. Valoarea r se determină cu ajutorul relației (6.77)

$$r = \left(\frac{2 - \sqrt{\frac{\bar{A}_l}{A}}}{2 - \sqrt{\frac{A_l}{A}}} \right)^2 \frac{\bar{A}_l}{A_l} \left(1{,}20 - 0{,}20 \sqrt{\frac{\bar{A}_l}{A_l}} \right) \qquad (6.77)$$

dar nu mai mare decît 1,0 ;

A_l este aria suprafeței nete efective de rezemare a ancorajului sau a plăcii de repartiție pe beton ;

A_l' — aria suprafeței nete de rezemare a ancorajului pe placa de repartiție (fig. 55) ;

$$\bar{A}_l = A_l' \left(2 - \frac{A_l'}{A} \right)$$

A — aria suprafeței nete de calcul pe care se consideră că se repartizează încărcarea locală, în zona de ancorare. Drept suprafață de calcul se consideră o suprafață care are același centru de greutate și aceleași axe de simetrie ca și suprafața de rezemare a ancorajului (fig. 56, *a*) ; în cazul mai multor ancoraje alăturate, suprafețele de calcul trebuie să nu se suprapună (fig. 56, *b*) ;

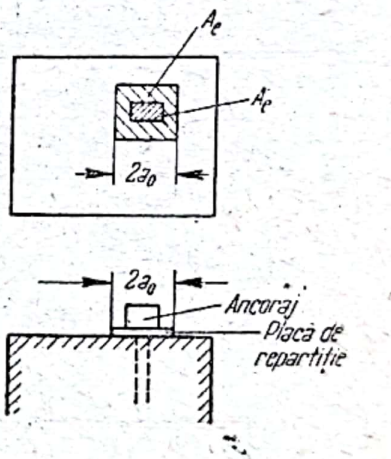


Fig. 55. Ancoraj cu placă de repartiție.

R_{as} — rezistența de calcul a armăturii transversale ;

A_{as} — aria convențională a secțiunii armăturii transversale, determinată cu ajutorul relațiilor (6.78) și (6.79) :

— În cazul armării cu plasă

$$A_{as} = \frac{n_1 A_{a1} l_1 + n_2 A_{a2} l_2}{s}, \qquad (6.78)$$

în care : n_1, A_{a1}, l_1 sînt respectiv numărul de bare cuprinse în suprafața de calcul, aria secțiunii unei bare și dimensiunea suprafeței de calcul pe o direcție ;

n_2, A_{a2}, l_2 — idem, pe cealaltă direcție ;

s — distanța dintre plase ; în cazul cînd

plasele sînt așezate la distanțe inegale, s reprezintă valoarea medie a distanței dintre plase.

— În cazul armării cu fretă

$$A_{as} = \frac{\pi d_s A_s}{s}, \qquad (6.79)$$

în care : d_s este diametrul interior al fretei ;
A_s — aria secțiunii transversale a fretei ;
s — pasul fretei.

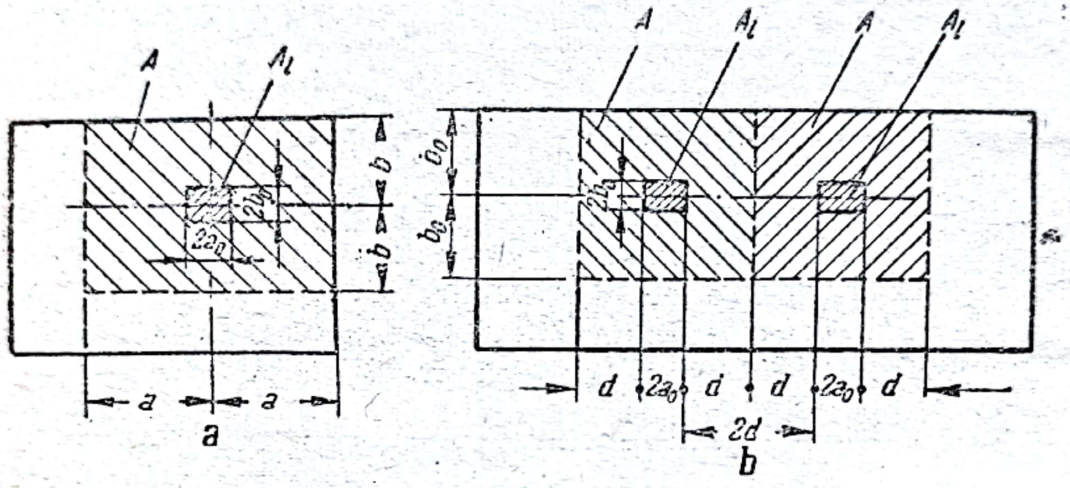


Fig. 56. Stabilirea suprafeței de calcul :
a — în cazul ancorajelor izolate ; *b* — în cazul mai multor ancoraje alăturate.

Observații

a) În cazul ancorajelor de secțiune circulară, suprafața de rezemare a acestora se înlocuiește, în calcul, cu pătratul echivalent.

b) Dacă placa de repartiție nu este asemenea și simetrică în raport cu ancorajul, se ia în considerare numai porțiunea din suprafața plăcii care este asemenea cu suprafața ancorajului și are același centru de greutate.

c) Plăcile de repartiție introduse între ancoraje și suprafața betonului trebuie să respecte prescripțiile constructive de la cap. 7.2 și din anexa VIII.

d) În cazul mai multor ancoraje alăturate, dacă armarea cu plase este diferită în dreptul fiecărui ancoraj, aria secțiunii convenționale a armăturii transversale se stabilește pentru fiecare ancoraj în parte pe baza armăturii cuprinse în suprafața de calcul A aferentă.

6.10.3. Eforturile transversale de întindere dezvoltate în zonele de ancorare trebuie preluate integral prin armături transversale.

6.10.4. În dreptul fiecărui ancoraj în parte se dispun în adîncime, pe o lungime egală cu circa 4/3 a, respectiv 4/3 b,

Scanned with OKEN Scanner

de la suprafața de rezemare a ancorajului, plase de armături sau frete dimensionate cu ajutorul relațiilor (6.80) și (6.80′) :

$$A_{a1} R_a \geqslant \frac{1{,}1 A_p \sigma_k}{4} \cdot \frac{(a - a_0)}{a}, \qquad (6.80)$$

respectiv :

$$A_{a2} R_a \geqslant \frac{1{,}1 A_p \sigma_k}{4} \cdot \frac{(b - b_0)}{b}, \qquad (6.80')$$

unde : A_{a1} este aria secțiunii totale a barelor plaselor cuprinse în suprafața de calcul, pe o direcție ;

A_{a2} — idem pe cealaltă direcție ;

$2a_0, 2b_0$ — dimensiunile suprafeței de încărcare A_l (fig. 57) ;

$2a, 2b$ — dimensiunile suprafeței de calcul A.

6.10.5. Între armăturile pretensionate se dispun plase de armătură dimensionate după cum urmează :

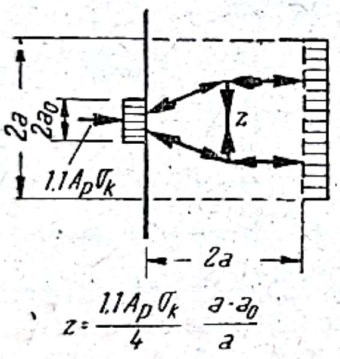


Fig. 57. Stabilirea eforturilor transversale de întindere în dreptul fiecărui ancoraj.

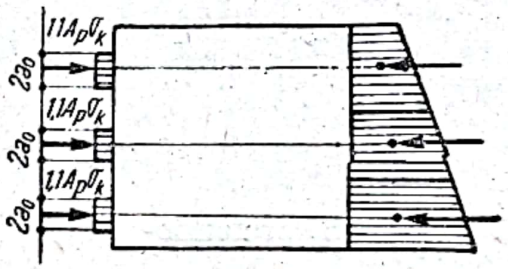


Fig. 58. Ancoraje dispuse la nivelul centrelor de greutate ale porțiunilor aferente din diagrama eforturilor unitare în secțiunea de la sfîrșitul zonei de ancorare.

a) Dacă armăturile pretensionate sînt astfel repartizate la capătul elementului încît centrul de greutate al fiecărui ancoraj se află la nivelul centrului de greutate al porțiunii aferente din diagrama eforturilor unitare în secțiunea de la sfîrșitul zonei de ancorare (fig. 58), armătura transversală între ancoraje se dispune constructiv sau rezultă pe baza prevederilor observației b).

b) Dacă armăturile pretensionate sînt concentrate la o margine a zonei de ancorare (fig. 59), se prevăd pe întreaga înălțime a zonei de ancorare plase suplimentare de armare

Scanned with OKEN Scanner

dispuse în adîncime pe o lungime egală cu $h/4$ de la capătul elementului, dimensionate cu ajutorul relației (6.81):

$$A_{a1} R_a \geqslant \frac{1{,}1 A_p \sigma_k}{3} \cdot \frac{(h - 2a_0)}{h}, \qquad (6.81)$$

c) Dacă armăturile pretensionate sînt dispuse oricum pe înălțimea zonei de ancorare (fig. 60), pentru preluarea solicitărilor de întindere care se dezvoltă pe porțiunile dintre armături, se prevăd plase suplimentare de armare, dimensionate cu ajutorul relației (6.82)

$$A_{a1} R_a \geqslant Z. \qquad (6.82)$$

Forța totală de întindere Z se poate determina în mod aproximativ din condițiile de echilibru al forțelor în zona de ancorare (v. fig. 60).

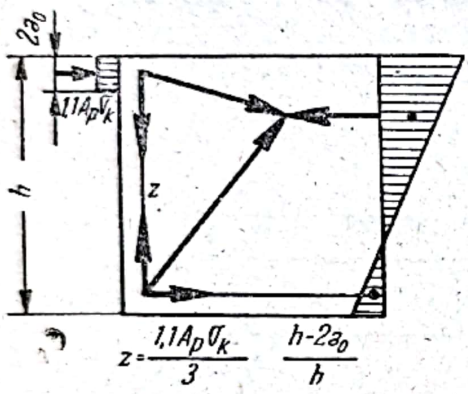


Fig. 59. Armături pretensionate concentrate la o margine a zonei de ancorare.

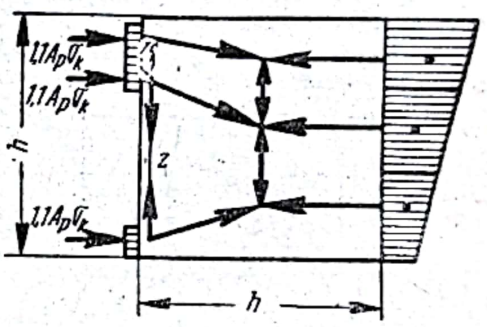


Fig. 60. Armături pretensionate dispuse oricum pe înălțimea zonei de ancorare.

Observații

a) Se permite determinarea forței Z prin metodele teoriei elasticității.

b) La dimensionarea plaselor de armătură se va ține seama de ordinea de pretensionare a armăturilor, efectuînd calculul pentru toate etapele intermediare de precomprimare.

c) Prevederile punctelor 6.10.5, *b* și *c* sînt obligatorii și pentru zonele de ancorare ale elementelor cu armătură preîntinsă.

6.10.6. Dacă armăturile postîntinse sînt ancorate în deschidere sau dacă ancorajele sînt înglobate în beton, plasele de armătură din zona de ancorare situate în fața ancorajului se dimensionează în conformitate cu prevederile punctelor 6.10.4 și 6.10.5.

6.10.7. Dacă armăturile postîntinse sînt ancorate în deschidere, în acea zonă a secțiunii elementului care este întinsă

Scanned with OKEN Scanner

în starea limită de rezistență în exploatare, se prevede în zona de ancorare o armătură nepretensionată suplimentară, dispusă paralel cu axa longitudinală a elementului și dimensionată cu ajutorul relației (6.83) :

$$A_a R_a \geqslant \frac{1{,}1 A_p \sigma_k}{4} . \qquad (6.83)$$

Această armătură se dispune pe întreaga lungime a zonei de ancorare, în fața și în spatele ancorajului.

6.10.8. Prevederile acestui capitol se aplică și pentru calculul zonelor de rezemare sau de aplicare a unor forțe concentrate la elemente de beton armat și de beton precomprimat. În acest caz, în relațiile de calcul încărcările sau reacțiunile se introduc cu valorile de calcul.

Dacă nu se prevede o armătură specială în aceste zone, calculul la compresiune locală se efectuează ca pentru elemente de beton simplu, în conformitate cu prevederile capitolului 4.5.

7. PRESCRIPȚII CONSTRUCTIVE

7.1. PRESCRIPȚII PENTRU ELEMENTE DE BETON ȘI BETON ARMAT

7.1.1. Armături constructive în elementele de beton

7.1.1.1. În elementele de construcții din beton simplu se vor prevedea armături constructive :

— în zonele de modificare bruscă a dimensiunilor secțiunii ;
— în zonele de modificare a înălțimii pereților (pe o porțiune lungă de cel puțin 1 m) ;
— în pereții de beton, sub și deasupra fiecărui gol ;
— în elementele de construcții supuse în mod obișnuit la acțiunea unor temperaturi peste 70°C sau a unor solicitări dinamice ;
— pe fața întinsă a elementelor solicitate la încovoiere sau compresiune excentrică la care calculul se face în conformitate cu prevederile punctelor 4.3 sau 4.4 ; în acest caz, armătura constructivă va avea secțiunea de cel puțin 0.05% din aria secțiunii transversale de beton.

Scanned with OKEN Scanner

7.1.2. Dimensiuni minime ale secţiunii elementelor

7.1.2.1. Dimensiunile minime ale secţiunii elementelor de beton armat comprimate centric sau excentric se vor adopta astfel încît flexibilitatea lor să nu depăşească valorile maxime prevăzute în tabela 21. Se recomandă ca dimensiunile minime ale stîlpilor de secţiune dreptunghiulară să fie astfel alese încît raportul $\frac{l_f}{b}$ să nu fie mai mare decît 30, iar raportul $\frac{f}{h}$ nu mai mare decît 25.

Observaţie

Pentru elementele de construcţie ale căror dimensiuni sînt stabilite pe considerente constructive, se admite sporirea flexibilităţii lor faţă de valorile maxime prevăzute în tabela 21, dar nu cu mai mult decît 25%.

7.1.2.2. Se recomandă să se adopte următoarele grosimi minime ale plăcilor de beton armat monolit :

— pentru planşee de acoperiş, ... 5 cm ;
— pentru planşee intermediare la construcţii civile, . . 6 cm ;
— pentru planşee intermediare la construcţii industriale, 7 cm ;
— pentru planşee carosabile . . . . . 8 cm.

Grosimea minimă a plăcilor prefabricate se determină din condiţia de respectare a valorilor minime ale stratului de protecţie din beton.

7.1.2.3. Se recomandă ca elementele de beton armat cu secţiune dreptunghiulară, solicitate la încovoiere cu torsiune să aibă lăţimea egală cu cel puţin jumătate din înălţimea secţiunii $\left(\frac{h}{b} \leqslant 2\right)$.

7.1.3. Procente minime de armare

7.1.3.1. Pentru armăturile de rezistenţă ale elementelor de construcţii din beton armat se vor prevedea cel puţin procentele de armare din tabela 33.

Procentele de armare minime vor fi prevăzute :

— pentru elementele solicitate la încovoiere, compresiune excentrică şi întindere excentrică cu excentricitate mare, pe latura întinsă a secţiunii ;

— pentru elementele solicitate la compresiune excentrică şi întindere excentrică cu excentricitate mică, pe fiecare din cele două laturi mai solicitate ale secţiunii.

Scanned with OKEN Scanner

Pentru elementele solicitate la compresiune centrică, se vor lua drept procent minim de armare pe întreaga secțiune valori duble față de cele prevăzute în tabela 33.

Tabela 33

Procente minime de armare

Marca betonului	100—200	250—400	500 și 600
Procent minim de armare	0,10	0,15	0,20

Observații

a) Pentru secțiuni T, procentul de armare se calculează față de secțiunea utilă bh_0, a inimii.

b) Procentele de armare prevăzute la acest punct pot fi reduse cu 50%, în cazul în care calculul elementelor se face luînd în considerare contracția, curgerea lentă și efectul variațiilor de temperatură.

7.1.4. Diametre minime ale armăturilor

7.1.4.1. Pentru elementele de beton armat turnate monolit sau preturnate, se vor folosi diametrele minime ale armăturilor prevăzute în tabela 34.

Pentru elemente prefabricate, se admite folosirea unor diametre mai mici decît cele prevăzute în tabela 34, cu condiția de a se realiza o bună îndreptare a barelor și menținerea linearității lor în timpul betonării.

7.1.5. Stratul de acoperire din beton

7.1.5.1. Grosimea minimă a stratului de acoperire din beton pentru armătura de rezistență se ia după cum urmează :

a) pentru plăci și pereți cu grosimea pînă la 10 cm inclusiv . . . . . 1,0 cm ;

b) pentru plăci și pereți cu grosimea mai mare ca 10 cm, precum și pentru grinzi cu înălțimea pînă la 25 cm, . 1,5 cm ;

c) pentru grinzi cu înălțimea de 25 cm sau mai mare, precum și pentru stîlpi :

— cînd armăturile de rezistență au diametrul $d \leqslant 20$ mm 2,0 cm ;

— cînd $20 < d \geqslant 32$ mm . . . . . 2,5 cm ;

— cînd $d > 32$ mm . . . . . 3,0 cm ;

— în cazul armăturilor din profile laminate . . 5,0 cm ;

Scanned with OKEN Scanner

d) pentru grinzile de fundație și fundațiile prefabricate 3,0 cm;
e) pentru armătura inferioară a fundațiilor monolite:
— cînd există un strat de egalizare . . . . 3,5 cm;
— cînd nu există strat de egalizare . . . . . 7,0 cm.

Tabela 34

Diametre minime ale armăturilor

Felul armăturii	Elementul de construcție, tipul de armătură	Diametrul minim, mm
Armături de rezistență	Stîlpi	
	— cu latura cea mai mică $b <$ 25 cm	12
	— cu latura cea mai mică $b \geqslant$ 25 cm	14
	— diametrul barei fretei, la stîlpi fretați	6
	Plăci de acoperiș	6
	Plăci pentru planșee intermediare:	
	— armate cu bare rotunde	7
	— armate cu bare cu profil periodic	6
	Plăci pentru planșee ciuperci:	
	— în fîșiile de cîmp	8
	— în fîșiile de reazem	10
	Plăci armate cu plase sudate	5
	Grinzi:	
	— la planșee obișnuite	10
	— la planșee cu nervuri dese	8
Etrieri, armături de repartiție și de montaj, alte bare constructive	Etrieri la:	
	— stîlpi neportanți	5
	— stîlpi portanți, cu $b <$ 40 cm	6
	— stîlpi portanți, cu $b \geqslant$ 40 cm	7
	— grinzi cu înălțimea secțiunii $h \leqslant$ 80 cm	6
	— grinzi cu înălțimea secțiunii $h >$ 80 cm	8
	Armături de repartiție (în cazul plaselor legate cu sîrmă)	5
	Armături de repartiție (în cazul plaselor sudate)	3
	Armături de montaj la grinzi	8
	Bare longitudinale la stîlpi neportanți	10
	Bare constructive la stîlpi portanți	12

Acoperirea etrierilor și a barelor transversale din carcasele sudate va fi de minimum 1,5 cm, iar aceea a armăturilor de repartiție din plăci de minimum 1,0 cm.

Pentru elementele cu secțiune tubulară (inelară) trebuie respectate acoperirile minime cu beton, atît față de suprafața exterioară, cît și față de suprafața interioară.

7.1.5.2. Pentru elementele tip prefabricate, omologate pe bază de încercări și executate în fabrici, cu beton de

Scanned with OKEN Scanner

marcă cel puţin 250, acoperirea cu beton poate fi micşorată cu 0,5 cm faţă de valorile indicate, dar va fi în orice caz de minimum 1,0 cm pentru plăci şi minimum 2,0 cm pentru elementele prevăzute la punctul 7.1.5.1, c.

7.1.5.3. Cînd betonul este supus la acţiunea fumului, a vaporilor, acizilor, a unei umidităţi însemnate (60—95%), a îngheţului-dezgheţului repetat, grosimile stratului de acoperire vor fi mărite cu cel puţin 0,5 cm în cazurile prevăzute la punctele 7.1.5.1,a şi b, şi respectiv 1,0 cm în cazurile prevăzute la punctul 7.1.5.1,c.

Observaţie

Se vor prevedea aceleaşi sporuri şi pentru elementele prefabricate menţionate la punctul 7.1.5.2.

7.1.5.4. Pentru construcţiile care necesită măsuri speciale contra incendiilor se vor respecta prescripţiile corespunzătoare.

7.1.5.5. În toate elementele prefabricate solicitate la încovoiere, distanţa dintre capetele barelor longitudinale şi marginea elementului va fi de cel mult 0,5 cm pentru panouri şi plăci şi cel mult 1,0 cm pentru celelalte elemente.

7.1.5.6. Se recomandă ca barele înclinate să aibă o acoperire laterală de beton cu grosimea egală cu cel puţin de două ori diametrul barelor respective.

7.1.6. Distanţa dintre barele longitudinale de rezistenţă

7.1.6.1. Distanţa (lumina) dintre barele armăturii longitudinale de rezistenţă care au o poziţie orizontală sau înclinată în timpul betonării se ia cel puţin egală cu diametrul barelor şi minimum 2,5 cm pentru armătura de la partea inferioară şi 3,0 cm pentru armătura de la partea superioară (fig. 61).

Cînd armătura de la partea inferioară este dispusă pe mai mult de două rînduri, distanţa minimă (în afară de barele primelor două rînduri) va fi de 5,0 cm.

Pentru barele care au o poziţie verticală în timpul turnării, distanţa minimă va fi de 5,0 cm.

Observaţii

a) La stabilirea distanţei dintre barele cu profil periodic se va lua în considerare diametrul nominal.

b) La elemente prefabricate, distanţa dintre bare (lumina) poate fi micşorată pînă la 1,5 cm însă minimum diametrul armăturii, ţinîndu-se seamă de aceasta la stabilirea dimensiunilor maxime ale agregatelor utilizate.

Scanned with OKEN Scanner

7.1.6.2. În plăci, distanța minimă între axele barelor de rezistență care sînt așezate la partea superioară în timpul turnării trebuie să fie de 10 cm.

7.1.6.3. În plăci, la mijlocul deschiderii și pe reazeme, distanța maximă dintre axele barelor de rezistență va fi de :

— 20 cm pentru plăcile cu grosime de cel mult 15 cm și

— 1,5 h_p pentru plăcile cu grosime mai mare ca 15 cm, h_p fiind grosimea plăcii.

Distanța dintre axele barelor de rezistență în alte porțiuni ale plăcii, precum și distanța dintre axele barelor de repartiție va fi de maximum 35 cm.

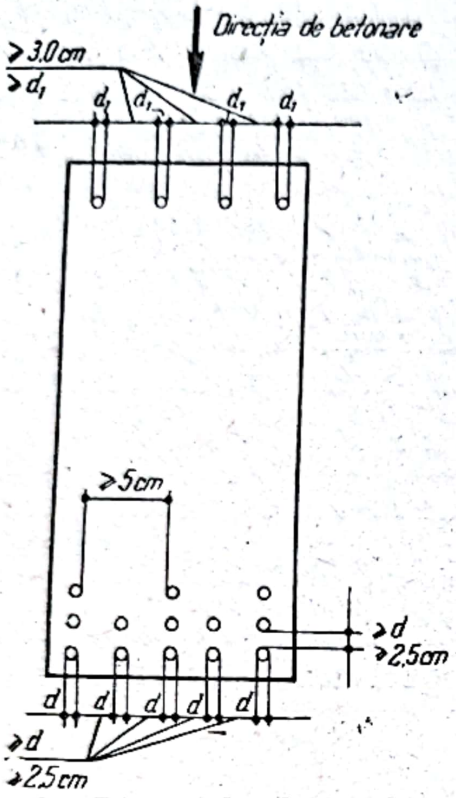


Fig. 61. Distanțele dintre barele longitudinale de rezistență.

7.1.7. Ancorarea armăturilor

7.1.7.1. Barele de armături din oțel cu profil periodic, precum și barele din oțel rotund (neted) în plase sudate se execută de regulă fără ciocuri. Se pot de asemenea executa fără ciocuri barele din oțel rotund (neted) în plase sau carcase legate cu sîrmă de orice diametru în elemente solicitate la compresiune centrică, precum și barele comprimate cu diametrul pînă la 12 mm, în elemente solicitate la încovoiere, compresiune excentrică și întindere excentrică.

7.1.7.2. Pentru barele din oțel rotund (neted) care nu se încadrează în prevederile punctului 7.1.7.1, se vor folosi ciocuri semicirculare, cu diametrul interior (lumina) de 2,5 d (fig. 62).

7.1.7.3. La reazemele simple ale elementelor, barele longitudinale vor fi petrecute dincolo de marginea interioară a reazemelor cu următoarele lungimi minime de ancorare, l_a (fig. 63) :

— 10 d, în cazul în care este satisfăcută relația (5.30) (armătura transversală nu este necesară din calcul) ;

— 15 d, în cazul în care relația (5.30) nu este satisfăcută.

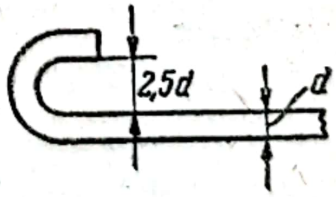


Fig. 62. Ciocuri semicirculare.

Scanned with OKEN Scanner

7.1.7.4. Lungimile de ancorare pot fi reduse cu 5 d dacă se folosesc plase sau carcase sudate. Plasele sau carcasele sudate executate din oțel rotund (neted) vor avea o bară transversală sudată de fiecare bară longitudinală, amplasată la o distanță maximă de capătul carcasei sau plasei :

$a \leqslant 15$ mm, pentru $d \leqslant 10$ mm ;
$a \leqslant 1{,}5\ d$, pentru $d > 10$ mm (v. fig. 63).

Pentru elementele la care relația (5.30) nu este satisfăcută, în afara acestei bare transversale, trebuie să mai fie sudată pe lungimea l_a cel puțin încă o bară transversală.

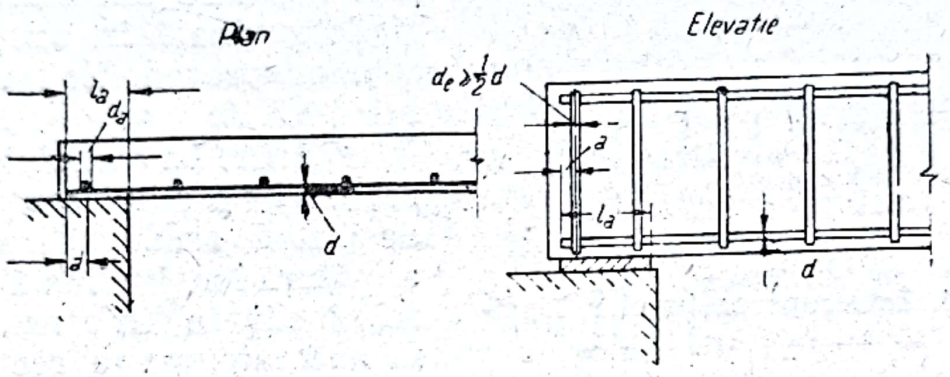


Fig. 63. Ancorarea plaselor și carcaselor sudate.

Diametrul barelor transversale va fi de cel puțin jumătate din diametrul maxim al barelor longitudinale.

Observație

Se recomandă ca sudarea barelor transversale să se facă cu sudură electrică prin puncte ; în cazul sudurii cu arc electric, trebuie să se acorde o atenție deosebită pentru obținerea calității corespunzătoare.

7.1.7.5. Dacă lungimile de ancorare prevăzute la punctele 7.1.7.3, respectiv 7.1.7.4, nu pot fi respectate, se vor prevedea măsuri speciale de ancorare : sudare de bare sau plăcuțe suplimentare de ancorare, sudarea armăturilor longitudinale de piese metalice speciale de ancorare etc.

7.1.7.6. Se recomandă ca ancorarea barelor de armătură întrerupte în deschidere să se facă numai în zonele comprimate ale betonului. Barele din oțel cu profil periodic, barele netede cu ciocuri, precum și cele folosite în plase și carcase sudate vor fi prelungite, peste secțiunea normală în care nu mai sînt necesare din calcul, cu cel puțin 15 d ; barele netede fără ciocuri, folosite în plase sau carcase legate cu sîrmă vor fi prelungite, peste aceeași secțiune, cu cel puțin 20 d.

Scanned with OKEN Scanner

7.1.7.7. Se permite ancorarea în zone de beton în care pot apare şi eforturi unitare de întindere a barelor trecute peste reazemele grinzilor continui (fig. 64). De asemenea se permite întreruperea în deschidere a barelor întinse care fac parte din plase sau carcase sudate.

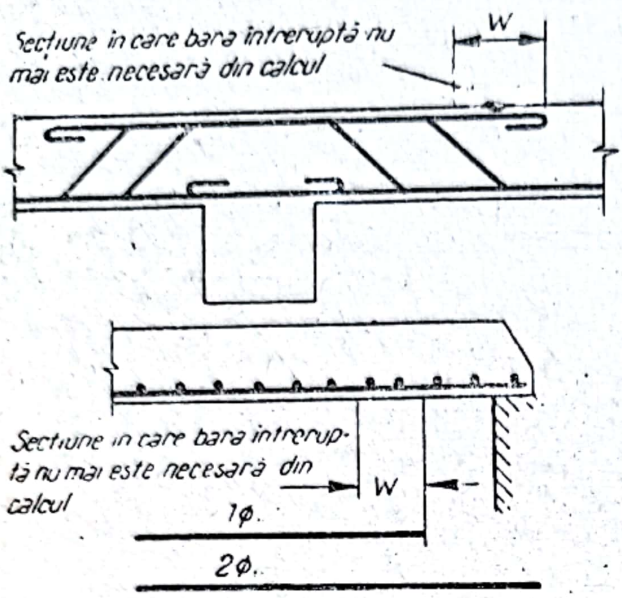


Fig. 64. Întreruperea barelor longitudinale de rezistenţă.

Lungimea de ancorare a barelor prevăzute la acest punct, peste secţiunea normală în care ele nu mai sînt necesare din calcul, va fi determinată în conformitate cu prevederile punctului 5.1.5.16.

7.1.7.8. La consolele care reazemă pe stîlpi sau grinzi de beton armat, barele de armătură longitudinală şi barele înclinate din consolă vor fi ancorate, peste secţiunea de la marginea stîlpului sau grinzii, pe o lungime de cel puţin 30 *d* în cazul barelor de oţel rotund OL 38 (prevăzute cu ciocuri), respectiv cel puţin 40 *d*, în cazul barelor din oţel cu profil periodic TOR 47, TOR 57, PC 52, PC 60.

La consolele care sînt o prelungire a unei grinzi sau a unei plăci şi care au bare de armătură longitudinală şi bare înclinate care trec peste reazem fiind întrerupte în deschidere, lungimea de ancorare a acestor bare va fi determinată în conformitate cu prevederile punctului 5.1.5.16.

7.1.7.9. La barele care fac parte din plase sau carcase sudate şi sînt întrerupte conform punctelor 7.1.7.6, 7.1.7.7 sau 7.1.7.8, se vor prevedea pe lungimea de ancorare cîte cel puţin două bare transversale sudate de fiecare bară longitudinală.

7.1.8. Bare înclinate

7.1.8.1. Se vor folosi bare înclinate în carcase legate cu sîrmă pentru elementele solicitate la încovoiere. Nu se recomandă folosirea barelor înclinate în carcase sudate.

Scanned with OKEN Scanner

7.1.8.2. Unghiul de înclinare față de axa elementului va fi de regulă de 45°. În grinzi înalte (cu înălțimea mai mare de 80 cm) și în grinzi pereți se poate mări unghiul de înclinare pînă la 60°. În plăci și grinzi joase pe care acționează sarcini concentrate, unghiul de înclinare poate fi redus pînă la 30°.

Observație

La elementele solicitate de încărcări repetate, nu se admit înclinări sub 45°.

7.1.8.3. Îndoirea barelor se va face după un arc de cerc cu raza interioară de cel puțin 10 d.

7.1.8.4. Barele înclinate vor avea la capete porțiuni drepte având lungimea de cel puțin 10 d în zona comprimată și cel puțin 20 d în zona întinsă ; porțiunile drepte ale barelor înclinate netede se vor termina cu ciocuri (fig. 65, *a*). În elementele de beton armat cu înălțimea mai mare ca 1,00 m, barele înclinate pot fi terminate fără porțiune dreaptă, fiind însă prevăzute cu ciocuri (fig. 65, *b*).

7.1.8.5. Nu se admite folosirea barelor înclinate sub formă de bare flotante (fig. 66), adică alcătuite numai din porțiunea înclinată și două porțiuni paralele cu axa grinzii.

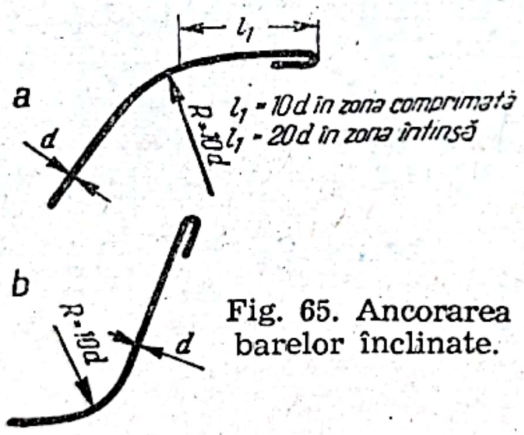


Fig. 65. Ancorarea barelor înclinate.

Fig. 66. Bare flotante (nu se vor întrebuința)

7.1.8.6. Începutul barelor înclinate în zona întinsă va fi situat la o distanță egală cu cel puțin $\frac{h_0}{2}$ față de secțiunea normală pe axa elementului în care armătura care se ridică este în întregime utilizată la moment încovoietor. Capătul din zona comprimată a armăturii ridicate trebuie să depășească (spre reazem) secțiunea normală pe axa elementului în care armătura care se ridică nu ar mai fi necesară din calculul la moment încovoietor.

Distanța de la marginea unui reazem simplu pînă la începutul primei bare înclinate (pornind de la reazem) va fi de cel mult 5 cm.

Scanned with OKEN Scanner

Distanţa maximă dintre barele înclinate, măsurată pe axa longitudinală a grinzii, se va lua egală cu înălţimea h. Începînd cu a treia bară înclinată (pornind de la reazem), se poate mări această distanţă în aşa fel încît distanţa dintre punctul inferior al unei bare şi punctul superior al barei următoare (fig. 67) să nu depăşească valoarea a_{max} determinată pe baza relaţiei (5.34).

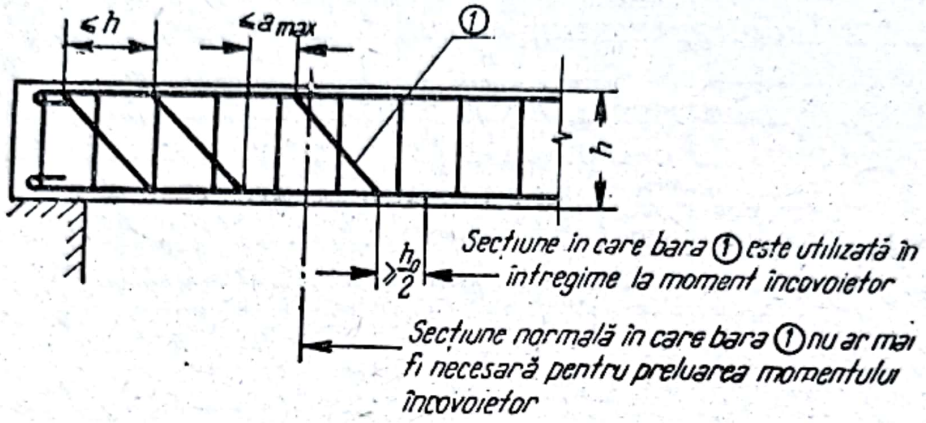


Fig. 67. Poziţia barelor înclinate.

7.1.8.7. Punctul inferior al ultimei bare înclinate (pornind de la reazem) va fi amplasat după cum urmează :

— în cazul elementelor acţionate de încărcări uniform distribuite, nu mai aproape de reazem decît punctul de intersecţie dintre diagrama forţelor tăietoare şi diagrama de variaţie a valorii $Q_{e,b}$;

— în cazul elementelor acţionate de încărcări concentrate, la o distanţă maximă de acest punct de intersecţie (în direcţia reazemului) egală cu a_{max} determinat pe baza relaţiei (5.34).

7.1.9. Înnădirea fără sudură a armăturilor

7.1.9.1. Înnădirea armăturilor de rezistenţă se poate face prin suprapunere, fără sudură, pentru bare care au diametrul maxim de 32 mm. Pentru diametre mai mari ca 25 mm, se recomandă ca înnădirea să se facă prin sudare.

7.1.9.2. Lungimea de suprapunere a barelor înnădite, amplasate în zona întinsă a elementelor solicitate la încovoiere, compresiune excentrică şi întindere excentrică cu excentricitate mare, se va lua de cel puţin 25 cm şi cel puţin egală cu valorile din tabela 35.

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 35

Lungimi de suprapunere minime pentru bare întinse înnădite fără sudură

Felul armăturii de rezistență	Marca betonului	
	B 100 și B 150	B 200 și mărci superioare
Oțel rotund OL 38	35 *d*	30 *d*
Oțel cu profil periodic TOR 47, TOR 57, PC 52 și PC 60 ; sîrmă trasă mată în plase sudate	45 *d*	40 *d*

Pentru armăturile elementelor care lucrează la întindere centrică sau întindere excentrică cu excentricitate mică, în plăci sau pereți, se vor adopta lungimi minime sporite cu 5 *d* față de cele prevăzute în tabela 35.

Nu se admite executarea înnădirilor prin suprapunere fără suduri în elemente liniare a căror secțiune este întinsă în întregime (tiranți).

7.1.9.3. Secțiunea barelor întinse înnădite prin petrecere fără suduri într-o singură secțiune va fi de maximum 25% din secțiunea totală de armătură în cazul armăturilor netede și maximum 50% în cazul armăturilor cu profil periodic.

Prin excepție, se admite ca, la înnădirea armăturilor stîlpilor turnați monolit, care au pe latura întinsă numai trei bare longitudinale, cu mustăți scoase din fundație, să se înnădească într-o secțiune două bare, cea de-a treia (bara mijlocie) fiind înnădită în altă secțiune, mai apropiată de fundație.

7.1.9.4. Lungimea minimă de suprapunere pentru barele înnădite în zone comprimate poate fi cu 10 *d* mai mică decît valorile prevăzute în tabela 35, dar nu mai mică decît 20 cm ; pentru barele executate din oțel rotund, fără ciocuri la capete, lungimea minimă de suprapunere va fi de 30 *d*.

La elementele liniare solicitate la compresiune centrică sau excentrică, pe lungimea de suprapunere a barelor din zona de înnădire, etrierii vor fi îndesiți, distanța maximă dintre ei fiind de 10 *d*.

7.1.10. Sudarea armăturilor

7.1.10.1. În măsura în care nu există alte prescripții speciale, sudarea armăturilor se va face cu respectarea următoarelor condiții :

Scanned with OKEN Scanner

a) înnădirea barelor cap la cap cu sudare electrică prin topire intermediară de contact se va folosi numai pentru bare care au diametrul de cel puţin 10 mm ;

b) sudarea electrică cu arc se va folosi pentru îmbinările de montaj ale barelor din oţel laminat la cald cu diametrul de cel puţin 10 mm şi pentru sudurile pieselor metalice de ancorare ; se permite folosirea sudării electrice cu arc (dacă nu există utilaj pentru sudarea electrică de contact) pentru bare al căror diametru nu depăşeşte 8 mm, confecţionate din oţel laminat la cald, cu condiţia ca, la punctele de încrucişare ale barelor care fac parte din plase sau carcase sudate în care sudura are şi rol de rezistenţă, să se prevadă piese metalice suplimentare (de exemplu guseuri, ciocuri).

În anexa VII sînt cuprinse date în legătură cu diferite tipuri de înnădiri prin sudare.

7.1.10.2. La armături ale căror calităţi fizico-mecanice au fost îmbunătăţite pe cale mecanică (TOR 47, TOR 57, sîrmă trasă mată), nu se permite folosirea sudării electrice, cu excepţia sudării electrice prin puncte, pe baza unui regim de sudare verificat prin încercări prealabile, numai cu maşini automate care asigură constanţa regimului prescris.

Eventualele excepţii suplimentare se vor stabili numai pe bază de prescripţii speciale.

7.1.11. Alte prescripţii privitoare la armarea longitudinală a elementelor

7.1.11.1. Se recomandă ca, la elementele solicitate la compresiune centrică sau excentrică, secţiunea întregii armături longitudinale să nu depăşească 3% din secţiunea betonului necesar din calcul.

7.1.11.2. Pe fiecare latură a elementelor solicitate la compresiune centrică sau excentrică se vor aşeza cel puţin cîte două bare de armătură.

Distanţa maximă dintre bare pe fiecare latură a secţiunii elementelor solicitate la compresiune centrică şi pe laturile scurte ale secţiunii elementelor solicitate la compresiune excentrică va fi de 40 cm.

Pe laturile lungi ale secţiunii elementelor solicitate la compresiune excentrică, dacă aceste laturi sînt mai mari decît 80 cm, se vor aşeza armături constructive cu diametrul de minimum 12 mm, astfel ca distanţa maximă dintre barele longitudinale să fie de 50 cm.

Scanned with OKEN Scanner

7.1.11.3. În grinzile cu lăţimea de 15 cm sau mai mare, numărul barelor de rezistenţă longitudinale care se prelungesc peste reazem va fi de cel puţin două ; se permite prelungirea peste reazem numai a unei singure bare dacă lăţimea grinzii este mai mică decît 15 cm.

Se recomandă ca barele prelungite peste reazem să reprezinte cel puţin 1/3 din secţiunea armăturii longitudinale de rezistenţă, din dreptul momentului încovoietor maxim.

În plăci, se vor prelungi peste reazem bare reprezentînd cel puţin 1/3 din secţiunea armăturii longitudinale de rezistenţă, distanţa maximă dintre barele prelungite fiind de 40 cm.

În grinzile cu înălţime mai mare ca 70 cm se vor aşeza pe feţele laterale bare longitudinale constructive, în aşa fel ca distanţa maximă dintre bare să fie de 40 cm ; aria secţiunii acestor bare va fi de cel puţin 0,1% din aria secţiunii transversale a grinzii (bh_0).

7.1.11.4. La elementele solicitate la torsiune sau torsiune cu încovoiere, armate cu bare longitudinale şi etrieri, barele longitudinale suplimentare, a căror secţiune totală se determină cu relaţia (5.85), vor fi repartizate cît mai uniform pe perimetrul secţiunii sîmburelui de beton. Se recomandă ca distanţa dintre barele longitudinale s_l, să aibe o valoare cît mai apropiată de cea a distanţei dintre etrieri s_e (punctul 5.1.9.5).

7.1.12. Alte prescripţii privitoare la armarea transversală a elementelor

7.1.12.1. Distanţele maxime dintre etrieri, în cazul în care în secţiune există bare comprimate rezultate ca necesare din calcul, vor fi de :

— 15 d pentru carcasele legate cu sîrmă, şi

— 20 d pentru carcasele sudate,

dar nu mai mult ca 50 cm (d fiind diametrul minim al barelor comprimate).

În zonele de înnădire prin suprapunere fără sudură a armăturilor, distanţele dintre etrieri vor fi micşorate conform prevederilor de la punctul 7.1.9.4.

Pentru stîlpi cu procente de armare mai mari ca 3%, etrierii se vor aşeza la distanţe maxime de 10 d şi vor fi sudaţi de armătura longitudinală.

7.1.12.2. Pentru elemente turnate monolit la care nu există bare comprimate necesare din calcul, şi care sînt executate în carcase legate cu sîrmă, diametrul etrierilor, pe lîngă satis-

Scanned with OKEN Scanner

facerea condiţiilor prevăzute în tabela 34, trebuie să fie de cel puţin 1/4 din diametrul maxim al barelor longitudinale.

7.1.12.3. Barele longitudinale de rezistenţă ale elementelor solicitate la compresiune centrică sau excentrică trebuie să se găsească, cel puţin din două în două, în colţurile unor etrieri. Pentru elemente cu lăţime maximă de 40 cm şi cu cel mult 4 bare longitudinale de fiecare parte a secţiunii, se permite folosirea etrierilor simpli.

În cazul utilizării de carcase sudate, la fiecare din cele patru bare longitudinale de colţ, se vor suda toate barele transversale de pe cele două direcţii, formînd un contur închis.

7.1.12.4. În stîlpi fretaţi, pasul fretei va fi de maximum 8 cm, dar nu mai mult ca 1/5 din diametrul sîmburelui de beton fretat. Secţiunea convenţională a fretei, dacă este luată în considerare în calcul, trebuie să fie de cel puţin 25% din secţiunea armăturii longitudinale de rezistenţă.

7.1.12.5. În grinzile cu înălţimea secţiunii $h > 30$ cm se vor prevedea întotdeauna, independent de rezultatele calculului, etrieri sau bare transversale sudate, paralele cu planul încovoierii.

În grinzile cu înălţime 15 cm $< h \leqslant 30$ cm vor fi aşezaţi etrieri sau bare transversale la capetele elementului, pe o lungime de cel puţin 1/4 din deschidere, dacă din calcul nu rezultă necesitatea amplasării lor pe întreaga deschidere.

În grinzile cu înălţime $h \leqslant 15$ cm, se poate renunţa în întregime la armătura transversală, dacă ea nu rezultă necesară din calcul.

Se permite de asemenea să se renunţe la armătura transversală la elemente prefabricate de planşeu cu goluri sau la planşee cu nervuri dese, în ambele cazuri dacă înălţimea este de cel mult 30 cm şi este respectată condiţia (7.1)

$$Q \leqslant \sqrt{0{,}6\, b h_0^2 R_i g_1}, \qquad (7.1)$$

unde g_1 este încărcarea permanentă totală uniform distribuită minus jumătate din greutatea proprie a elementului.

7.1.12.6. La grinzi care nu au bare înclinate, distanţele dintre etrieri sau barele transversale sudate vor fi, pe porţiunile dinspre reazeme :

— maximum 15 cm, pentru grinzi avînd înălţimea $h \leqslant 45$ cm ;

— maximum 30 cm şi maximum $\frac{h}{3}$, pentru grinzi avînd înălţimea $h > 45$ cm.

Scanned with OKEN Scanner

Porțiunea dinspre reazeme la care se referă această condiție este de :

a) $\frac{1}{4}$ din deschiderea elementului în cazul încărcărilor uniform distribuite ;

b) distanța dintre reazem și încărcarea cea mai apropiată de el, în cazul încărcărilor concentrate.

Pe restul deschiderii, precum și în zonele de amplasare a barelor înclinate, distanțele dintre etrieri sau barele transversale vor fi de cel mult 50 cm și cel mult 3/4 h.

În cazul cînd etrierii sau barele transversale rezultă ca necesari din calcul, distanțele maxime dintre ele trebuie să respecte și condiția (5.34).

7.1.12.7. În grinzile cu încărcări concentrate, aplicate la fața inferioară sau în limitele înălțimii secțiunii, se vor prevedea armături sau piese de suspendare, ținînd seamă de prevederile punctului 5.1.6.2.

7.1.12.8. În grinzile cu secțiune T la care armătura de rezistență a plăcii este paralelă cu direcția grinzii, se va prevedea o armătură suplimentară, perpendiculară pe direcția grinzii, reprezentînd cel puțin 1/3 din secțiunea armăturii de rezistență a plăcii în deschidere și cel puțin 5 bare ϕ 7 pe metru.

Aceste bare vor pătrunde în placă, de fiecare parte a grinzii, pe o lungime de cel puțin 1/4 din deschiderea de calcul a plăcii, măsurată de la marginea inimii grinzii (fig. 68).

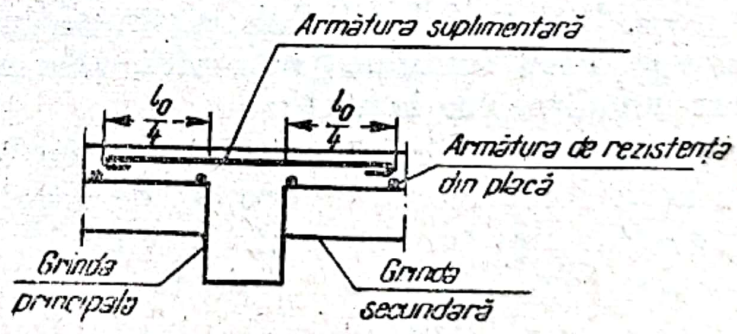


Fig. 68. Armături suplimentare deasupra grinzii principale.

7.1.12.9. Secțiunea armăturilor de repartiție din plăci va avea o arie egală cu cel puțin 10% din aria secțiunii armăturilor de rezistență (pe metru), respectîndu-se în același timp prescripțiile pentru diametrul minim (punctul 7.1.4.1) și distanța maximă (punctul 7.1.6.3).

7.1.12.10. În elementele solicitate la întindere excentrică cu excentricitate mare se vor prevedea, pe toate laturile întinse parțial sau total, de lățime 15 cm sau mai mult, etrieri sau bare transversale sudate, la distanțe maxime de

Scanned with OKEN Scanner

50 cm, dar nu mai mult decît de două ori lăţimea laturii mai întinse.

În elementele solicitate la întindere centrică sau întindere excentrică cu excentricitate mică, se va utiliza armătură transversală sub formă de fretă.

7.1.12.11. În elementele cu secţiune dreptunghiulară, solicitate la torsiune cu încovoiere, etrierii vor fi închişi şi vor avea capetele petrecute pe cel puţin 30 *d*.

În cazul folosirii de carcase sudate, toate barele transversale de pe ambele direcţii vor fi sudate de barele longitudinale de colţ, formînd un contur închis. Distanţele dintre barele transversale aşezate paralel cu planul încovoierii trebuie să satisfacă condiţiile de la punctul 7.1.12.6, iar distanţele dintre barele transversale aşezate perpendicular pe planul încovoierii trebuie să nu depăşească lăţimea *b* a secţiunii.

7.1.13. **Armarea colţurilor**

7.1.13.1. Armarea colţurilor de cadre se va face cu respectarea următoarelor condiţii :

— dacă vîrful colţului se găseşte în zona comprimată (v. fig. 20), armăturile din partea vîrfului se vor duce continue, îndoindu-se după unghiul colţului ; se recomandă ca în zona vîrfului să nu se facă înnădiri de bare ;

— dacă vîrful colţului se găseşte în zona întinsă, barele se vor trece continue peste vîrf, neadmiţîndu-se în nici un caz înnădirea lor la vîrf ;

— dacă intrîndul colţului (partea interioară) se găseşte în zona comprimată, se adoptă, de regulă, un sistem de bare întretăiate, prelungite peste colţ cu lungimea de ancorare a barelor comprimate, determinată conform punctului 7.1.7 ;

— dacă intrîndul colţului se găseşte la partea întinsă (v. fig. 20), se adoptă un sistem de bare întretăiate, neadmiţîndu-se îndoirea barelor şi trecerea lor continuă pe faţa interioară a colţului, decît dacă unghiul pe care-l formează colţul este mai mare ca 160° (v. fig. 20, *b*) ; se recomandă ca la intrîndul colţului să se execute în acest caz racordări prevăzute cu bare speciale ; etrierii din zona colţului vor respecta prevederile punctului 5.1.6.1 ; pe lungimea *S*, definită conform punctului 5.1.6.1, etrierii vor fi închişi şi vor avea ramurile orizontale superioare petrecute.

Scanned with OKEN Scanner

7.1.14. Piese metalice pentru îmbinări

7.1.14.1. Proiectarea se va face în aşa fel încît piesele metalice să nu fie supuse la încovoiere şi să nu provoace despicarea betonului.

Se recomandă ca piesele metalice să fie astfel proiectate încît să nu iasă din suprafaţa elementului.

Pentru realizarea unei bune ancorări în beton, fiecare piesă metalică va avea cel puţin cîte 4 braţe de ancorare din oţel rotund sau, de preferinţă, oţel cu profil periodic, laminat la cald.

Nu se va utiliza sudarea unei plăcuţe sau corniere de ancoraj, decît dacă se iau măsuri speciale pentru a împiedica despicarea betonului.

7.1.14.2. Se recomandă ca braţele de ancorare să fie ancorate pe cît posibil în zona comprimată a betonului. Lungimea barelor de ancorare va fi de 15 *d*, în cazul ancorării în zona comprimată şi 30 *d* în cazul ancorării în zona întinsă a betonului.

7.1.14.3. Pentru sudarea pieselor metalice se va folosi sudura electrică. Se vor întrebuinţa metode de sudare care să nu provoace decît deformări reduse ale pieselor metalice.

7.1.15. Date care trebuie specificate pe planşele din proiectele de execuţie

7.1.15.1. Pe planşele din proiectele de execuţie ale construcţiilor de beton armat, precum şi în condiţiile tehnice pentru executarea prefabricatelor, vor fi menţionate următoarele date:

a) marca betonului, iar în cazuri speciale şi rezistenţa pe cub a betonului în momentul încărcării parţiale sau totale a construcţiei, specificînd şi vîrsta betonului la care se permite încărcarea ; de asemenea la nevoie se vor specifica şi alte caracteristici ale betonului (rezistenţă la întindere, grad de impermeabilitate etc.) ;

b) caracteristicile oţelurilor folosite.

7.1.15.2. Pentru construcţiile din elemente prefabricate, se vor indica în plus :

a) dimensiunile minime ale suprafeţelor de rezemare şi modul de rezemare, modul de prindere a elementelor pentru ridicare şi transport ;

b) forma şi dimensiunile rosturilor, modul de prelucrare a suprafeţelor rosturilor, modul de umplere a rosturilor ;

Scanned with OKEN Scanner

c) schemele de încercare la recepţie, valoarea încărcărilor de control şi săgeţile limită admise ;

d) eventuale măsuri care să asigure rezistenţa şi stabilitatea în timpul montării ; la nevoie se va specifica şi ordinea de montare.

7.1.15.3. Datele prevăzute la punctele 7.1.15.1 şi 7.1.15.2 *nu sînt limitative*, proiectantul urmînd a specifica în plus orice alte date necesare pentru buna executare a construcţiei, asigurarea securităţii şi exploatarea normală a construcţiei.

7.2. PRESCRIPŢII PENTRU ELEMENTE DE BETON PRECOMPRIMAT

7.2.1. Prescripţii generale

7.2.1.1. Se vor prevedea măsuri care să asigure transmiterea integrală asupra elementului de beton a efortului din armăturile pretensionate ; în acest scop :

— reazemele elementului trebuie să permită scurtarea liberă la precomprimare ;

— cofrajele şi eşafodajele trebuie astfel realizate încît să nu împiedice scurtarea elementului la precomprimare ;

— la elementele cu armătură postîntinsă, dispozitivele de tensionare trebuie să reazeme pe betonul elementului.

7.2.1.2. La elementele la care forţa de precomprimare nu se aplică centric, greutatea proprie trebuie să intre integral în lucru la terminarea precomprimării. În acest scop se va prevedea prin proiect realizarea unei rezemări netasabile a cofrajului la capetele elementului. Dacă această condiţie nu poate să fie respectată, se va asigura posibilitatea unei descintrări treptate a elementului pe măsura efectuării precomprimării.

7.2.1.3. La precomprimarea construcţiilor static nedeterminate se recomandă alegerea unor scheme constructive care să excludă posibilitatea apariţiei de stări de eforturi suplimentare defavorabile. În acest scop este indicat să se asigure deformaţia liberă a elementelor construcţiei în cursul precomprimării, de exemplu prin prevederea de rosturi temporare.

Dacă stările de eforturi suplimentare produse prin precomprimare au un efect favorabil, nu se va recurge la măsurile de mai sus.

În calcul se va ţine seamă de modificarea în timp a acestor stări de eforturi ca efect al deformaţiilor în timp ale betonului.

Scanned with OKEN Scanner

7.2.1.4. Între armătura pretensionată şi beton trebuie să se asigure o aderenţă cît mai bună.

În cazul armăturii preîntinse ancorate prin aderenţă se vor utiliza sîrme împletite, sîrme sau bare cu profil periodic ; se permite utilizarea de sîrme netede cu diametrul mai mic sau egal cu 2 mm.

În cazul armăturii postîntinse se va realiza aderenţa ulterior precomprimării prin metode adecvate : injectare cu mortar de ciment pentru armături dispuse în canale amenajate în interiorul secţiunii, torcretare sau betonare pentru armături aşezate în exteriorul secţiunii.

7.2.1.5. Soluţiile constructive adoptate trebuie să asigure protecţia armăturii pretensionate contra coroziunii, ţinînd seamă de mediul înconjurător şi de condiţiile de exploatare ale construcţiei.

7.2.1.6. În cazul elementelor mixte, trebuie asigurată conlucrarea pieselor prefabricate din beton precomprimat cu betonul nesupus precomprimării, în orice condiţii de exploatare. La suprafaţa de contact se vor prevedea în acest scop detalii constructive care să îndeplinească următoarele două funcţii :

— să transmită eforturi de forfecare fără lunecări în lungul suprafeţei de contact ; pentru aceasta se poate conta pe aderenţa dintre betoane, realizînd prin mijloace adecuate o suprafaţă cît mai rugoasă a elementului prefabricat, sau se vor dispune legături care lucrează la forfecare (dinţi de beton sau etrieri) ;

— să prevină separarea elementelor pe o direcţie perpendiculară pe suprafaţa de contact ; pentru aceasta, la piese prefabricate de armare sub formă de dulapi sau bare de beton precomprimat se poate conta în general pe aderenţa dintre betoane, iar la celelalte elemente mixte se recomandă prelungirea etrierilor din inima piesei prefabricate în betonul adăugat ulterior, nesupus precomprimării.

7.2.1.7. Piesele prefabricate de beton precomprimat ale elementelor mixte se recomandă a fi utilizate drept cofraj portant. În cazul elementelor mixte la care greutatea proprie reprezintă o fracţiune importantă a încărcării totale de exploatare se recomandă să se prevadă o asemenea tehnologie de execuţie, încît, după decofrare, betonul nesupus precomprimării să participe la preluarea solicitărilor datorite greutăţii proprii.

7.2.1.8. Dacă, din motive de tehnologie, transport sau montaj, nu este posibilă realizarea elementului de beton precom-

Scanned with OKEN Scanner

primat prin turnare direct la dimensiunile finale, acesta poate fi împărţit în bolţari sau panouri.

Rosturile de separaţie dintre bolţari sau panouri se recomandă să se prevadă plane şi perpendiculare pe direcţia forţei de precomprimare. Dacă unghiul dintre planul rostului şi direcţia forţei de precomprimare depăşeşte 22°, rostul se va prevedea cu dinţi de înclinare corespunzătoare.

Rosturile se vor umple cu mortar ; utilizarea rosturilor uscate este permisă numai dacă tehnologia de execuţie a bolţarilor, verificată prin încercări preliminare, asigură contactul perfect al suprafeţelor adiacente în rost.

7.2.1.9. Se va preciza prin proiect modul de ridicare şi rezemare a elementelor prefabricate la manipulare, depozitare, transport şi montaj. Pentru ridicare se vor prevedea găuri în inima elementului sau, în mod excepţional, urechi din oţel beton.

7.2.2. Secţiunea de beton a elementului

7.2.2.1. Forma şi dimensiunile secţiunii transversale a elementelor de beton precomprimat trebuie să satisfacă condiţiile de rezistenţă şi rigiditate prescrise la montaj şi în exploatare, să asigure o cofrare şi turnare comodă, să permită amplasarea corespunzătoare a armăturilor pretensionate şi să corespundă cerinţelor de ordin funcţional ale elementelor în construcţie.

7.2.2.2. Se recomandă utilizarea secţiunilor cu talpă atît în zona întinsă cît şi în zona comprimată (I sau casetate). Racordarea între inimă şi tălpi se va face prin vute.

Eventualele goluri prevăzute în inima grinzilor vor avea colţurile rotunjite, iar pe conturul lor se va dispune o armătură constructivă din oţel beton.

7.2.2.3. Dimensiunile minime ale secţiunii transversale se aleg în funcţie de modul de compactare a betonului, care trebuie indicat ca tehnologie obligatorie pe planşele din proiectele de execuţie.

În cazul cînd se prevede compactarea betonului prin vibrare cu vibratoare de cofraj, dimensiunile minime ale secţiunii transversale rezultă din condiţiile respectării grosimilor stratului de acoperire cu beton date la punctul 7.2.5.

În cazul cînd se prevede compactarea betonului prin pervibrare, dimensiunile minime ale secţiunii transversale trebuie să permită introducerea pe verticală a pervibratorului în cofraj, fără atingerea armăturilor preîntinse sau a tecilor

Scanned with OKEN Scanner

şi ţevilor de formare a canalelor pentru trecerea armăturilor postîntinse, prevăzîndu-se în acest scop şi dispoziţiile constructive corespunzătoare pentru ghidarea pervibratorului.

7.2.2.4. Secţiunile elementelor se vor spori la nevoie către capete, astfel încît să permită amplasarea ancorajelor şi dispozitivelor de tensionare.

7.2.2.5. În cazul armăturilor postîntinse exterioare, secţiunea va avea o formă care să asigure o cît mai bună conlucrare a mortarului sau betonului de protecţie a armăturilor cu betonul elementului.

7.2.2.6. Pentru rosturile dintre bolţari sau panouri se recomandă următoarele grosimi :

5—15 mm pentru elemente care au înălţimea pînă la 40 cm (de exemplu fîşii de planşeu) ;

15—25 mm pentru elemente care au înălţimea între 40 cm şi 120 cm, precum şi panouri sau zăbrele de ferme ;

25—40 mm pentru elementele care au înălţimea peste 120 cm.

Grosimile rosturilor trebuie alese ţinînd seamă şi de toleranţele admise la lungimea bolţarilor, în special în cazurile în care lungimea totală a elementului este limitată prin condiţii constructive.

În cazul rosturilor peste 50 mm grosime, se va prevedea în rost o plasă de oţel beton ϕ 5—6 mm.

Se recomandă să se prevadă tratarea suprafeţelor de contact ale bolţarilor în rost pentru a obţine o rugozitate cît mai mare şi ca atare o aderenţă optimă între mortarul din rost şi betonul bolţarilor adiacenţi.

Tehnologia de umplere a rosturilor cu mortar va fi indicată prin proiect şi va trebui să asigure posibilitatea precomprimării elementului la 24—72 ore după umplerea rosturilor.

Se recomandă să se prevadă umplerea rosturilor de grosime peste 10—15 mm cu mortar matat.

Se vor indica prin proiect soluţii pentru trecerea eventualelor canale din secţiune prin rostul de mortar.

7.2.3. **Armătura pretensionată**

7.2.3.1. Dispoziţia armăturilor pretensionate în secţiune şi în lungul elementului din beton precomprimat trebuie stabilită pe baza solicitărilor maxime.

7.2.3.2. Pentru menţinerea dispoziţiei corecte a armăturilor în secţiune în cursul turnării şi compactării betonului, se vor prevedea în proiect detalii corespunzătoare pentru fixare

Scanned with OKEN Scanner

(carcase sau plase sudate, călăreți, diafragme, distanțieri sau suporți din beton, armături de oțel moale, legături cu cofrajul etc.).

În cazul armăturilor postîntinse, distanțele dintre punctele de fixare se stabilesc în funcție de rigiditatea ansamblului armătură plus teacă, astfel încît abaterile locale față de traseul teoretic să corespundă condițiilor de la punctul

7.2.3.3. Armăturile postîntinse ale grinzilor simplu rezemate pot fi rectilinii sau curbe, continue pe toată lungimea elementului sau oprite în deschidere (fig. 69).

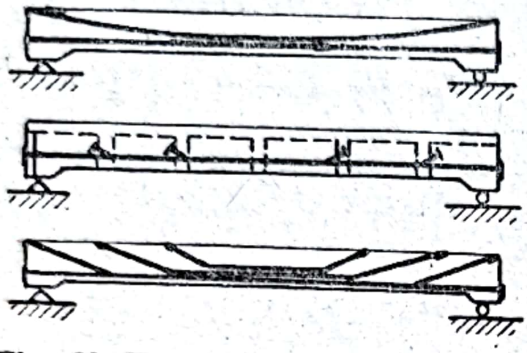


Fig. 69. Trasee de armături pretensionate la grinzi simplu rezemate.

7.2.3.4. Armăturile postîntinse ale grinzilor continue sau cu console pot fi rectilinii sau curbe, continue în întreaga lungime a elementului sau oprite în deschidere (fig. 70).

7.2.3.5. În cazul elementelor cu mai multe nervuri se va prevedea cel puțin cîte o armătură pretensionată în fiecare nervură.

7.2.3.6. Se recomandă ridicarea armăturilor către capetele elementului pentru asigurarea rezistenței la fisurare în zonele dinspre reazeme, pentru micșorarea eforturilor unitare principale de întindere, pentru amplasarea convenabilă a ancorajelor și pentru reducerea solicitărilor locale în zona de ancorare.

7.2.3.7. Se recomandă ca armăturile înclinate să respecte următoarele condiții :

— punctul teoretic de ridicare a armăturii să fie la o distanță de cel puțin $\frac{h_0}{2}$ de la secțiunea normală pe axa elementului, în care armătura ce se ridică este complet utilizată la moment încovoietor ;

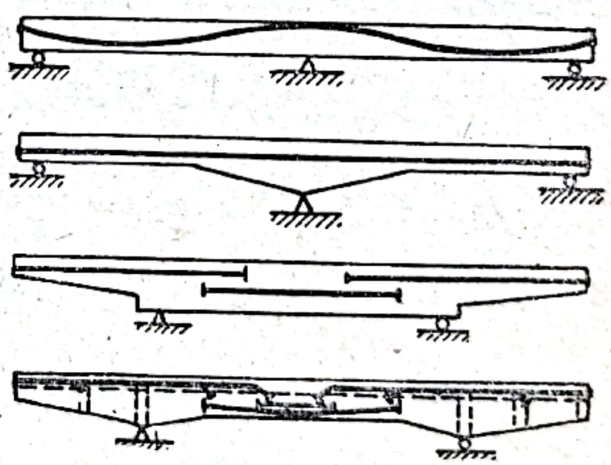


Fig. 70. Trasee de armături pretensionate la grinzi continue și în consolă.

— punctul de tangență al curbei de racordare la porțiunea rectilinie să nu depășească secțiunea menționată ;

Scanned with OKEN Scanner

— capătul superior al armăturii înclinate să depăşească către reazem secţiunea normală pe axa elementului în care armătura ce se ridică nu mai este necesară la moment încovoietor.

7.2.3.8. Unghiul de înclinare al armăturilor se recomandă să nu depăşească 30° faţă de axa longitudinală a elementului.

Raza de curbură minimă a racordării porţiunilor înclinate trebuie să fie cel puţin 4,00 m la canale cu diametrul pînă la 40 mm şi 5,00 m la canale cu diametrul peste 40 mm.

Axa armăturii trebuie să coincidă cu axa ancorajului pe o lungime de cel puţin 50 cm.

Pe planşele din proiectele de execuţie se va indica trasarea tuturor curbelor de racordare, în puncte situate la distanţe de maximum 1,00 m. Se vor da în mod obligatoriu cotele punctelor de tangenţă şi cel puţin un punct intermediar la mijlocul lungimii curbei de racordare.

7.2.3.9. Armătura ancorată în zona întinsă se va prelungi dincolo de secţiunea normală în care nu mai este necesară, — conform calculului de rezistenţă la moment încovoietor, — cu lungimea dată de relaţiile (5.42), (5.43), (5.44), în care se înlocuieşte $5\ d$ cu $\frac{h}{4}$ (unde h reprezintă înălţimea elementului).

7.2.3.10. Armăturile postîntinse sub formă de fascicule din sîrme paralele, se recomandă să fie prevăzute cu distanţieri care să asigure poziţia relativă a sîrmelor şi să garanteze circulaţia mortarului de injectare. Distanţierii se pot realiza sub formă de rozete perforate, resort central, plăcuţe stanţate, grătare, sau alte dispozitive corespunzătoare.

În curbe, se recomandă reducerea interspaţiilor dintre distanţieri astfel încît să nu se permită deformarea secţiunii transversale a fasciculului în timpul tensionării.

7.2.3.11. În scopul reducerii pierderilor de tensiune prin frecare la armături postîntinse, se recomandă :

— pretensionarea armăturii de la ambele capete ;

— reducerea unghiurilor de deviere a armăturilor ;

— prevederea, în punctele de deviere a armăturilor, a unor detalii constructive speciale care să reducă pierderile de tensiune prin frecare ;

— evitarea utilizării armăturilor de lungime mare.

7.2.3.12. Lungimea totală a armăturilor se stabileşte ţinînd seama de modul de ancorare şi de caracteristicile dispozitivului de pretensionare.

Scanned with OKEN Scanner

7.2.3.13. Canalele pentru trecerea armăturilor postîntinse prin secţiunea de beton se pot realiza :

— prin înglobarea în beton a unor teci din tablă, sau din material plastic ;

— prin extragerea din betonul parţial întărit a unor ţevi sau bare de oţel, ţevi din material plastic, tuburi de cauciuc, frete din sîrmă, tuburi flexibile din tablă de oţel.

Dimensiunile secţiunii canalului se aleg cu 5—25 mm mai mari decît dimensiunile exterioare ale armăturii postîntinse. În cazul cînd armătura se introduce ulterior în canal, dimensiunile secţiunii acestuia trebuie să fie cu 5—10 mm mai mari decît dimensiunile eventualelor dispozitive de ancorare prevăzute la capetele armăturii.

Se recomandă gofrarea tablei din care se execută tecile înglobate în beton.

Soluţiile de înnădire a tronsoanelor de teacă şi de etanşare a rosturilor dintre acestea trebuie indicate prin proiect.

7.2.4. **Armătura nepretensionată**

7.2.4.1. Dacă siguranţa la fisurare şi eventualele condiţii impuse de calculul la oboseală al elementului se pot asigura prin pretensionarea numai a unei părţi din totalul necesar de armătură, restul se poate realiza din armătură nepretensionată, fără a depăşi însă 30% din totalul secţiunii de armătură din zona întinsă. Nu se admite prevederea de armătură din sîrmă trasă la rece, fără pretensionare.

7.2.4.2. Pentru armătura nepretensionată sub formă de bare longitudinale şi etrieri se vor respecta dispoziţiile constructive de la capitolul 7.1.

7.2.4.3. Armătura longitudinală nepretensionată din secţiune trebuie să fie dispusă către exteriorul secţiunii şi să formeze împreună cu etrierii o carcasă, cuprinzînd armătura pretensionată (fig. 71).

7.2.4.4. La elementele prevăzute în zona comprimată cu armătură pretensionată alcătuită din bare cu profil periodic, se vor prevedea etrieri care să respecte prevederile punctului 7.1.12.1.

7.2.4.5. În punctele de schimbare de direcţie a armăturii pretensionate peste reazeme, se va arma local zona de beton cu plase sau frete de oţel beton (fig. 72).

Scanned with OKEN Scanner

7.2.4.6. În punctele de răsfirare a armăturilor pretensionate se vor prevedea etrieri închiși sau frete din oțel beton (fig. 73).

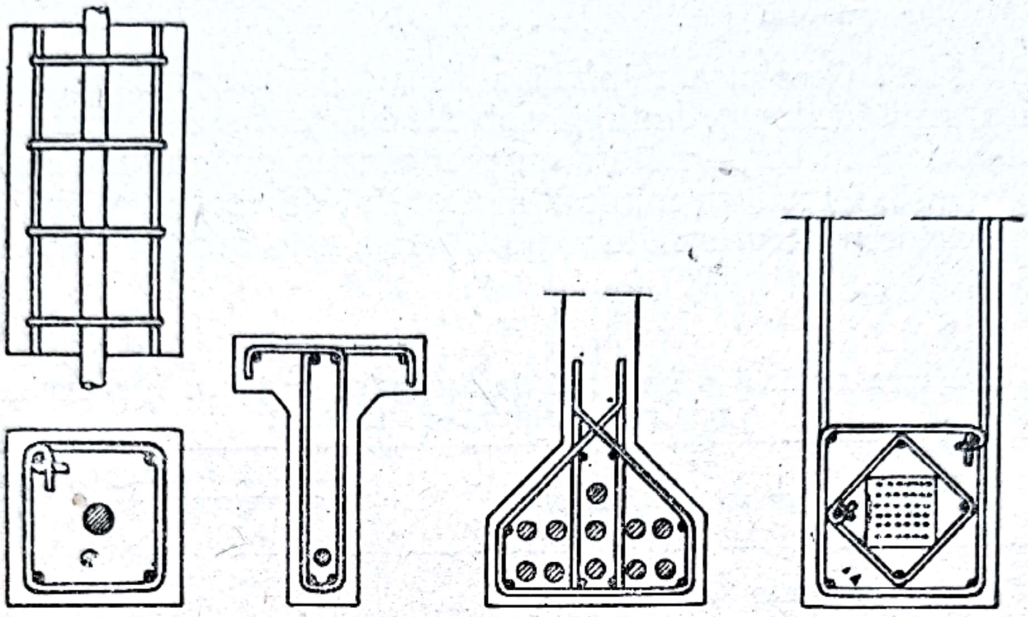


Fig. 71. Modul de dispunere a armăturii nepretensionate în secțiunile elementelor de beton precomprimat.

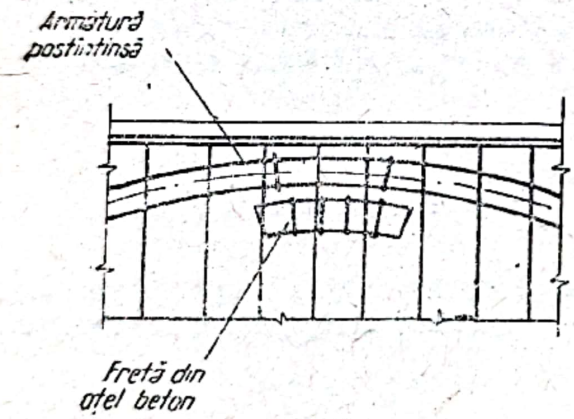


Fig. 72. Armarea locală a betonului în punctul de schimbare de direcție a armăturii pretensionate peste reazeme.

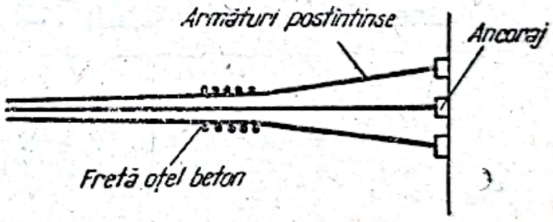


Fig. 73. Armarea locală a betonului în punctul de răsfirare a armăturilor pretensionate.

7.2.5. Stratul de acoperire cu beton

7.2.5.1. Grosimea minimă a stratului de acoperire cu beton a armăturilor preîntinse realizate din sîrme sau sîrme împletite se ia după cum urmează :

— pentru elementele care nu sînt supuse intemperiilor sau acțiunii agenților nocivi . . . . . 12 mm

Scanned with OKEN Scanner

— pentru elemente supuse intemperiilor, umidității ridicate (60—95%), sau înghețului-dezghețului repetat . 20 mm
— pentru elemente supuse acțiunii fumului sau agenților nocivi, în conformitate cu prescripții speciale, dar nu sub . . . . . 25 mm

7.2.5.2. Grosimea minimă a stratului de acoperire cu beton a armăturilor preîntinse sub formă de bare cu profil periodic se ia în conformitate cu prevederile punctului 7.1.5.1.

7.2.5.3. Grosimea minimă a stratului de acoperire cu beton a canalelor pentru armătura postîntinsă este dată în tabela 36.

Tabela 36

Grosimea minimă a stratului de acoperire cu beton a canalelor pentru armătură postîntinsă

Forma și dimensiunile canalului	Modul de realizare a canalului	
	cu teacă	prin extragerea unei țevi
a) Canale circulare cu diametrul pînă la 40 mm :		
— în plăci și pereți cu grosimea pînă la 10 cm inclusiv	20 mm	30 mm
— în celelalte elemente	30 mm	40 mm
b) Canale circulare cu diametrul peste 40 mm	40 mm*)	50 mm*)
c) Canale dreptunghiulare (*b* este lățimea canalului) — lateral	80 mm	
— dedesubt	$\frac{b}{2}$ dar $\geqslant$ 60 mm	

Observație

Valorile notate cu *) se pot reduce cu 10 mm în cazul elementelor de mare serie executate în fabrici de prefabricate, pe baza verificării experimentale.

7.2.5.4. Pentru construcțiile care necesită măsuri speciale contra incendiilor se vor respecta prescripțiile corespunzătoare.

7.2.6. Distanța dintre armături

7.2.6.1. Distanța minimă între armăturile preîntinse realizate din sîrme sau din sîrme împletite și din bare cu profil periodic se ia în conformitate cu prevederile punctului 7.1.6.1.

Observație

Se pot alege și alte dispoziții în secțiune ale armăturilor preîntinse, pe baza verificării experimentale.

Scanned with OKEN Scanner

7.2.6.2. Distanţa minimă (lumina) — pe orizontală şi pe verticală — între canalele pentru armătura postîntinsă este dată în tabela 37.

Tabela 37

Distanţa minimă (lumina) între canalele pentru armătura postîntinsă

Forma şi dimensiunile canalului	Modul de realizare a canalului	
	cu teacă	prin extragerea unei tevi
a) Canale circulare cu diametrul pînă la 40 mm	30 mm	40 mm
b) Canale circulare cu diametrul peste 40 mm	30 mm	50 mm*)
c) Canale dreptunghiulare (b este lăţimea canalului)	0,6 b dar $\geqslant$ 80 mm	

Observaţii

a) Valoarea notată cu *) se poate reduce cu 10 mm în cazul elementelor de mare serie executate în fabrici de prefabricate, pe baza verificării experimentale.

b) Canalele circulare realizate cu teacă se pot dispune fără interspaţii pe verticală, pe baza verificării experimentale.

7.2.6.3. Armăturile pretensionate se vor dispune în secţiune astfel încît să permită turnarea şi vibrarea în condiţii optime a betonului.

7.2.6.4. Abaterile maxime care pot fi admise la poziţia armăturii pretensionate faţă de traseul dat prin proiect se vor specifica pe planşele proiectelor de execuţie.

Se recomandă ca abaterile maxime să nu depăşească valorile din tabela 38.

Tabela 38

Abateri maxime la poziţia armăturii pretensionate faţă de traseul dat prin proiect

Dimensiunea de referinţă a, a elementului	$a \leqslant 10$ cm	10 cm $< a <$ 100 cm	$a \geqslant 100$ cm
Abaterea maximă	1 mm	$a/100$	1 cm

Scanned with OKEN Scanner

Pentru abaterile pe verticală, dimensiunea de referinţă a este înălţimea secţiunii.

Pentru abaterile pe orizontală, dimensiunea de referinţă a este lăţimea tălpii întinse.

Dacă prin proiect se admit abateri mai mari decît valorile din tabela 38, se va ţine seamă în calcule de efectul acestor abateri.

7.2.7. Protecţia armăturilor postîntinse contra coroziunii

7.2.7.1. Protecţia contra coroziunii a armăturilor postîntinse trebuie efectuată în cel mai scurt timp după terminarea operaţiilor de precomprimare.

7.2.7.2. Armăturile postîntinse amplasate în canale amenajate în interiorul secţiunii se protejează contra coroziunii prin injectare. Se va prevedea cel puţin un orificiu de injectare pe traseul canalului şi orificii de eliminare a aerului la capetele canalului, care să poată fi închise etanş pentru menţinerea unei presiuni de injectare pe toată durata de timp necesară pentru umplerea completă a canalului.

În cazul armăturilor realizate din fascicule din sîrme paralele dispuse pe circumferinţă pe un singur rînd, injectarea se efectuează în general pe la capete. În acest scop se prevăd, la cele 2 capete ale canalului, orificii, care trec prin axul ancorajelor. Un orificiu serveşte pentru injectare, iar celălalt pentru eliminarea aerului.

În cazul armăturilor realizate din fascicule din sîrme paralele dispuse pe mai multe rînduri, cu sau fără gol central, injectarea se face pe la capete numai pentru lungimi de fascicul sub 12 m. În cazul fasciculelor de lungime mai mare, injectarea se face printr-un orificiu prevăzut în punctul cel mai de jos al canalului. Pentru controlul avansării mortarului de injectare se recomandă prevederea de orificii de control în lungul canalului, la distanţe de circa 12 m. În punctul cel mai de jos al canalului se recomandă de asemenea prevederea unui orificiu pentru evacuarea apei de spălare.

7.2.7.3. Armăturile postîntinse aşezate în exteriorul secţiunii se protejează prin torcretare sau betonare. Acoperirea cu mortar sau beton se ia în conformitate cu prevederile punctului 7.2.5.1, dar minimum 20 mm.

Este necesară asigurarea unei cît mai bune conlucrări între mortarul sau betonul de protecţie şi betonul elementului

Scanned with OKEN Scanner

prin etrieri de legătură, lăsaţi sub formă de mustăţi de la turnare sau trecuţi ulterior prin goluri lăsate de la turnare în betonul elementului. Se poate renunţa la această măsură dacă armătura este amplasată în şanţuri lăsate de la turnare în betonul elementului, sau în cazul armăturilor înfăşurate pe corpul elementului (tuburi de presiune, rezervoare).

Se recomandă ca stratul de protecţie să fie aplicat şi să se întărească pe elementul încărcat cu sarcina normată de exploatare, realizînd astfel o precomprimare a stratului de protecţie.

7.2.8. Dispozitive de întindere şi ancoraje

7.2.8.1. Dispozitivele de întindere şi ancorajele trebuie să asigure uniformitatea eforturilor în sîrmele trase concomitent la pretensionare în limitele de $\pm$ 5% faţă de valoarea prescrisă.

7.2.8.2. Ancorajele armăturilor postîntinse trebuie să satisfacă următoarele condiţii:

— Lunecările şi deformaţiile locale în ancoraj la blocare să fie uniforme şi cît mai reduse. Nu se recomandă utilizarea de ancoraje în care lunecarea armăturii postîntinse la blocare depăşeşte 10 mm ;

— Cedarea armăturii postîntinse să aibă loc prin ruperea sîrmelor şi nu prin lunecarea sau smulgerea armăturii sau distrugerea ancorajului. Nu se admite utilizarea de ancoraje a căror introducere are drept efect reducerea capacităţii portante a armăturilor pretensionate în urma efectului prelucrărilor speciale la capete (îndoire, ondulare, ambutisare, filetare etc.).

Observaţie

Ciocurile sau buclele din ancorajele sîrmelor trase la rece SBP ϕ 5 mm, se vor executa cu diametrul interior egal sau mai mare decît 35 mm (fig. 74).

Ciocurile sau buclele din ancorajele sîrmelor trase la rece SBP ϕ 7 mm, se vor executa cu diametrul interior egal sau mai mare decît 50 mm (v. fig. 74, cifrele în paranteză).

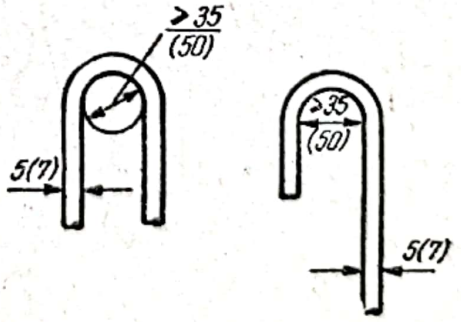


Fig. 74. Ciocuri şi bucle în ancorajele sîrmelor Ø 5 mm şi Ø 7 mm.

Scanned with OKEN Scanner

7.2.8.3. În proiecte se vor utiliza numai ancoraje pentru care s-a verificat experimental îndeplinirea condiţiilor de la punctele 7.2.8.1 şi 7.2.8.2. Încercările trebuie efectuate cu oţeluri avînd aceleaşi proprietăţi mecanice ca şi materialele folosite în construcţie.

7.2.8.4. Distanţele dintre ancoraje la capătul elementelor se stabilesc în funcţie de dimensiunile ancorajelor şi de gabaritele dispozitivelor de întindere.

7.2.8.5. La capetele elementelor se vor prevedea spaţii libere corespunzătoare gabaritelor dispozitivelor de întindere. De asemenea, în cazul ancorajelor deplasabile, se va asigura spaţiul necesar pentru alungirea armăturii.

7.2.8.6. Ancorajele amplasate la suprafaţa betonului trebuie protejate după precomprimare prin acoperire sau înglobare în mortar sau beton.

7.2.9. Zone de ancorare

7.2.9.1. Se recomandă sporirea dimensiunilor secţiunii elementului pe lungimea zonei de ancorare pentru reducerea eforturilor unitare de întindere.

7.2.9.2. În zonele de ancorare ale elementelor cu armături postîntinse se prevede în mod obligator armătură transversală sub formă de plase, sudate sau legate cu sîrmă, sau sub formă de frete.

În dreptul fiecărui ancoraj se vor dispune fie cel puţin 2 plase de armare, dintre care prima situată la 3 cm de faţa ancorajului, fie o fretă.

Plasele legate se vor realiza din bare continue (fig. 75, *a*). Nu se permite folosirea plaselor legate alcătuite din bare independente (fig. 75, *b*).

Plasele se prevăd din bare ϕ 6—14 mm. Ochiurile plaselor se recomandă să aibă dimensiunea nu mai mică de 6 cm şi nu mai mare decît 10 cm.

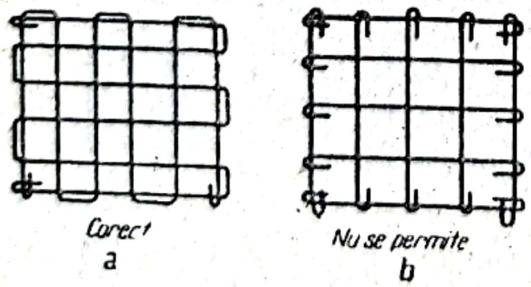


Fig. 75. Modul de realizare a plaselor legate de armătură în zonele de ancorare.

Se recomandă ca plasele să fie comune la cît mai multe ancoraje.

Fretele se prevăd din oţel beton ϕ 6—10 mm. Diametrul interior al fretei se recomandă să fie cu cel puţin 3 cm mai mare decît diametrul ancorajului, iar pasul fretei să nu fie mai mic de 3 cm.

Scanned with OKEN Scanner

Dispoziția armăturii în zona de ancorare trebuie să permită turnarea și compactarea corespunzătoare a betonului.

7.2.9.3. În cazul armăturilor preîntinse se vor prevedea, dacă este necesar, plase sau frete numai în dreptul armăturilor respective, iar în afara acestora, zona de ancoraj se armează cu etrieri suplimentari, dimensionați în conformitate cu prevederile punctului 6.10.5.

Independent de rezultatele calculului, pentru grinzi cu armături preîntinse se vor prevedea etrieri dispuși constructiv pe întreaga lungime a zonei de ancorare, definită ca la punctul 6.10.1.

7.2.9.4. În cazul armăturilor preîntinse realizate din bare cu profil periodic, grosimea stratului de acoperire cu beton va fi egală cu 2 d și nu mai mică de 40 mm pe o lungime de 15 d de la capătul elementului (d = diametrul nominal al barei).

În plăci și elemente de planșeu se permite a nu se spori grosimea stratului de acoperire cu beton în zona de ancorare, dacă acesta are cel puțin 20 mm la bare de diametru 16—20 mm și cel puțin 15 mm la bare de diametru egal sau mai mic decît 14 mm. În acest caz se vor prevedea pe o lungime de 15 d de la capătul elementului armături transversale nepretensionate avînd secțiunea totală egală cu cel puțin jumătate din secțiunea unei bare pretensionate.

7.2.9.5. În cazul în care se prevăd etrieri pretensionați în zona de ancorare, efortul de pretensionare din aceștia va fi cel puțin 15% din efortul total de pretensionare din armătura longitudinală de rezistență.

Pretensionarea etrierilor se va efectua înaintea armăturii longitudinale.

7.2.9.6. Dacă nu se poate asigura rezistența la compresiune locală a zonei de sub ancoraj, se introduc plăci metalice de repartiție între ancoraj și suprafața betonului.

Dimensiunile în plan ale plăcilor de repartiție se stabilesc pe baza condițiilor de rezistență la compresiune locală sau pe baza condițiilor constructive.

Plăcile de repartiție se recomandă să fie prevăzute cu brațe de ancorare sudate ϕ 10—14 mm și să fie înglobate în beton de la turnare.

Scanned with OKEN Scanner

7.2.10. Procedee de precomprimare cu armături postîntinse

7.2.10.1. Prin procedeu de precomprimare se înţelege ansamblul soluţiilor constructive pentru alcătuirea fasciculului, realizarea canalului pentru trecerea armăturii postîntinse, tipul de ancoraj pentru fasciculul considerat, amenajarea zonei de ancorare, realizarea pretensionării şi protecţiei armăturii contra coroziunii.

7.2.10.2. În anexa VIII se dau caracteristicile procedeelor de precomprimare cu armături postîntinse folosite în practica construcţiilor din R.P.R.

Introducerea altor procedee de precomprimare se admite numai pe baza verificării experimentale.

7.2.11. Condiţii care trebuie specificate în planşele din proiectele de execuţie ale construcţiei, în memoriul tehnic şi în caietele de sarcini

7.2.11.1. Caracteristicile oţelurilor utilizate ; se vor specifica explicit toate proprietăţile mecanice obligatorii, conform prescripţiei respective.

7.2.11.2. Obligaţia de a se verifica prin încercări de recepţie calitatea oţelului superior pentru armătura pretensionată.

7.2.11.3. Modul de prelucrare al oţelului superior pe şantier, — îndreptare, calibrare, împletire etc. — cu indicarea tehnologiei corespunzătoare şi obligativitatea verificării efectului operaţiei de prelucrare asupra proprietăţilor mecanice ale oţelului.

7.2.11.4. Razele de racordare în punctele de deviaţie ale armăturilor, punctele de schimbare de curbură, metodele utilizate pentru reducerea pierderilor de tensiune prin frecare.

7.2.11.5. Punctele de amplasare ale orificiilor de injectare şi de eliminare a aerului şi realizarea constructivă a acestora ; tehnologia de execuţie a injectării.

7.2.11.6. Modul de realizare al etanşeizării la înnădirile tecilor şi la trecerea canalelor prin rosturile dintre bolţari sau panouri.

7.2.11.7. Punctele de amplasare şi modul de realizare al detaliilor constructive care asigură păstrarea poziţiei corecte a armăturilor pretensionate în timpul turnării şi vibrării betonului precum şi abaterile maxime admise de la poziţia din proiect a armăturilor pretensionate.

Scanned with OKEN Scanner

7.2.11.8. Tehnologia de punere în operă a betonului (modul de vibrare) ; tratamentul termic al betonului după turnare.

7.2.11.9. Rezistența la transfer și marca betonului din element precum și marca mortarului de injecție sau a mortarului, respectiv a betonului de protecție.

7.2.11.10. La elemente asamblate din bolțari sau din panouri : forma și dimensiunile rosturilor, modul de tratare al suprafețelor de contact în rost, modul de umplere al rosturilor, rezistența mortarului din rosturi în momentul precomprimării.

7.2.11.11. La elemente mixte : modul de tratare al suprafețelor de contact ale pieselor prefabricate, modul de rezemare al acestor piese în perioada de turnare și întărire a betonului nesupus precomprimării.

7.2.11.12. Ordinea și programul de pretensionare a armăturilor.

7.2.11.13. Efortul unitar de control pentru fiecare armătură pretensionată în parte.

7.2.11.14. În cazul pretensionării armăturilor în etape : rezistența betonului, numărul de armături întinse și efortul unitar de control corespunzător fiecărei etape în parte.

7.2.11.15. Obligativitatea etalonării preselor și a stabilirii corelației dintre citirea manometrică și forța reală de tragere exercitată de presă asupra capătului fasciculului.

7.2.11.16. La ancoraje cu pene sau conuri, valorile luate în considerare în calcule pentru lunecarea din pene, respectiv intrarea conului la blocare.

7.2.11.17. Pierderile de tensiune datorită frecărilor pe traseu precum și lunecărilor și deformațiilor locale în ancoraje, admise în calcule.

Obligativitatea verificării prin măsurători directe a pierderilor reale de tensiune datorită frecărilor pe traseu precum și lunecările și deformațiile locale în ancoraje la precomprimarea primelor elemente din construcție și în continuare la intervalele precizate prin proiect. Obligativitatea de a corecta, pe baza datelor obținute, alungirile și eforturile unitare de control indicate în proiect.

7.2.11.18. Măsurile constructive care trebuie luate pentru asigurarea intrării complete în lucru a greutății proprii a elementului la terminarea operațiilor de precomprimare.

7.2.11.19. Condiția de realizare a protecției armăturilor pretensionate în cel mai scurt timp după terminarea precomprimării.

Scanned with OKEN Scanner

7.2.11.20. Eventual, condiția ca în timpul executării și întăririi stratului de protecție al armăturii pretensionate exterioare, elementul să fie solicitat cu încărcarea normată.

7.2.11.21. Dimensiunile minime ale suprafețelor de reazem, modul de rezemare, ridicare și manipulare la depozitarea, transportul și montajul elementelor prefabricate.

7.2.11.22. Valorile de control pentru contrasăgeți și săgeți precum și schemele de încărcare pentru eventuale încercări.

7.2.11.23. Fazele de execuție la care este obligatorie anunțarea proiectantului.

Observație

Datele prevăzute la punctele 7.2.11.1 ... 7.2.11.23 nu sînt limitative, proiectantul urmînd a specifica în plus orice alte date necesare pentru buna executare a construcției, asigurarea securității și exploatarea normală a construcției.

Scanned with OKEN Scanner

Lungimi de flambaj pentru elemente de beton și beton armat

În cazul în care nu se face un calcul mai exact, se permite adoptarea următoarelor lungimi de flambaj:

a) Pentru stîlpi și pereți de beton simplu:

— cînd au rezemări rigide, $l_f = H$;

— cînd rezemările sînt elastice, $l_f = 1{,}25 \ldots 1{,}5\ H$;

— cînd stîlpii sau pereții sînt liberi la un capăt, $l_f = 2H$;

în care H este înălțimea stîlpului sau a peretelui;

b) Pentru stîlpii de beton armat ai construcțiilor industriale fără etaj, cu planșee de acoperiș rigide, și pentru estacade, conform tabelei 39;

c) Pentru stîlpii de beton armat ai clădirilor cu mai multe etaje:

— în cazul planșeelor de beton armat turnate monolit $l_f = 0{,}7\ H$;

— în cazul planșeelor de beton armat din elemente prefabricate, $l_f = H$;

în care H este înălțimea etajului;

d) Pentru elementele fermelor de beton armat:

— pentru talpa superioară, în planul fermei, $l_f = l$;

— pentru contravîntuiri și montanți, în planul fermei, $l_f = 0{,}8\ l$;

— pentru contravîntuiri și montanți, în afara planului fermei, $l_f = l$;

în care l este lungimea elementului între centrele nodurilor;

e) Pentru arce de beton armat, în planul lor, dacă nu există tiranți de suspensie:

— pentru arce cu trei articulații, $l_f = 0{,}58\ S$;

— pentru arce cu două articulații, $l_f = 0{,}54\ S$;

— pentru arce fără articulații, $l_f = 0{,}36\ S$;

în care S este lungimea arcului de-a lungul axului său geometric.

f) Pentru determinarea lungimilor de flambaj la stîlpi cu secțiune variabilă (cu o retragere) se vor folosi coeficienții din tabela 40.

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 39

Lungimi de flambaj pentru stîlpii de beton armat ai construcţiilor industriale fără etaj cu planşee de acoperiş rigide şi pentru estacade

Elementele şi condiţiile de rezemare			Pentru calculul în planul elementelor portante ale acoperişului (ferme, arce etc.) sau în planul perpendicular pe axul estacadei	Pentru calculul în planul direcţiei longitudinale a clădirii sau în planul paralel cu axul estacadei	
				Cînd nu există legături în planul pentru care se face calculul	Cînd există legături în planul pentru care se face calculul
Stîlpii halelor cu pod rulant	Partea de sub calea de rulare	Pentru grinzi de rulare simplu rezemate	$1{,}5\ H_t$	$1{,}2\ H_t$	$0{,}8\ H_t$
		Pentru grinzi de rulare continue	$1{,}2\ H_t$	$0{,}8\ H_t$	
	Partea de deasupra căii de rulare	Pentru grinzi de rulare simplu rezemate	$2{,}5\ H_s$	$2\ H_s$	$1{,}5\ H_s$
		Pentru grinzi de rulare continue	$2\ H_s$	$1{,}5\ H_s$	
Stîlpii halelor fără pod rulant		În clădiri cu o singură deschidere	$1{,}5\ H$	$1{,}2\ H$	H
		În clădiri cu două sau mai multe deschideri	$1{,}2\ H$		
Stîlpii estacadelor deschise cu pod rulant		Pentru grinzi de rulare simplu rezemate	$2\ H_t$	$1{,}5\ H_t$	
		Pentru grinzi de rulare continue	$1{,}5\ H_t$	H_t	
Stîlpii estacadelor deschise pentru conducte		Cînd deschiderile construcţiei au rezemări articulate	$2\ H$	$2\ H$	H
		Cînd deschiderile construcţiei au rezemări rigide	$1{,}5\ H$	$1{,}5\ H$	$0{,}7\ H$

Scanned with OKEN Scanner

Notă

La stîlpii estacadelor deschise, pentru conducte, se consideră drept legături în planul perpendicular pe direcția conductei eventualele ancoraje la rezemările conductei.

H este înălțimea totală a stîlpului, măsurată de la partea superioară a fundației (pînă la partea inferioară a elementelor de planșeu sau a grinzilor de legătură);

H_i — înălțimea porțiunii de stîlp de sub podul rulant, măsurată de la partea superioară a fundației pînă la partea inferioară a grinzii căii de rulare pentru construcțiile din elemente prefabricate, respectiv pînă la partea superioară a grinzii căii de rulare pentru construcții turnate monolit;

H_s — înălțimea porțiunii de stîlp de deasupra podului rulant, măsurată de la partea inferioară a grinzii căii de rulare pentru construcțiile din elemente prefabricate, respectiv de la partea superioară a grinzii căii de rulare pentru construcțiile turnate monolit.

Observații

a) Valorile lungimilor de flambaj prevăzute în tabelă pot fi reduse, pe baza unui calcul mai exact, dar vor fi egale cel puțin cu H pentru stîlpii halelor cu pod rulant, respectiv H pentru stîlpii halelor fără pod rulant.

b) Valorile lungimilor de flambaj pentru stîlpii halelor cu pod rulant se vor întrebuința pentru acele combinații de calcul în care este luată în considerare încărcarea din pod rulant.

Scanned with OKEN Scanner

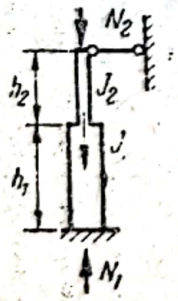
Tabela 40

Coeficienții μ_1 și μ_2 pentru determinarea lungimilor de flambaj la stîlpi cu secțiune variabilă (cu o retragere)

n		0,1		0,2		0,3		0,4		0,5		0,6		0,7	
β	m	μ_2	μ_1	μ_2	μ_1	μ_2	μ_1	μ_2	μ_1	μ_2	μ_1	μ_2	μ_1	μ_2	μ_1
0,1	0	2,60	0,83	1,91	1,21	1,65	1,57	1,50	1,90	1,35	2,14	1,21	2,33	1,10	2,46
	1	3,38	0,76	2,18	0,97	1,82	1,22	1,67	1,50	1,52	1,71	1,37	1,86	1,26	1,99
	2	4,00	0,73	2,40	0,88	1,97	1,08	1,83	1,33	1,67	1,53	1,53	1,69	1,40	1,80
	3	4,50	0,72	2,66	0,84	2,12	1,01	1,96	1,25	1,82	1,44	1,65	1,59	1,53	1,71
	4	5,00	0,71	2,85	0,81	2,26	0,96	2,10	1,19	1,95	1,37	1,70	1,54	1,65	1,64
	5	5,40	0,70	3,02	0,78	2,38	0,93	2,22	1,15	2,07	1,34	1,89	1,48	1,76	1,58
	6	5,90	0,70	3,22	0,77	2,50	0,90	2,35	1,12	2,19	1,31	2,00	1,46	1,86	1,57
	7	6,20	0,69	3,40	0,76	2,60	0,88	2,46	1,10	2,30	1,28	2,11	1,43	1,96	1,54
0,2	0	3,54	0,79	2,90	0,98	1,83	1,23	1,63	1,46	1,50	1,67	1,39	1,85	1,30	2,02
	1	4,65	0,73	2,67	0,84	2,10	1,00	1,84	1,16	1,70	1,34	1,59	1,49	1,47	1,63
	2	5,50	0,71	3,03	0,78	2,34	0,91	2,00	1,03	1,88	1,20	1,76	1,41	1,65	1,48
	3	6,30	0,70	3,40	0,76	2,56	0,86	2,18	0,97	2,04	1,13	1,92	1,28	1,80	1,40
	4	7,00	0,69	3,70	0,74	2,75	0,83	2,34	0,93	2,20	1,09	2,06	1,23	1,93	1,34
	5	7,60	0,69	4,00	0,73	2,93	0,81	2,50	0,91	2,34	1,07	2,20	1,20	2,06	1,32
	6	8,15	0,69	4,30	0,72	3,10	0,79	2,63	0,89	2,47	1,04	2,33	1,18	2,18	1,29
	7	8,70	0,69	4,65	0,72	3,28	0,78	2,76	0,87	2,60	1,02	2,45	1,15	2,30	1,26
0,3	0	4,25	0,78	2,47	0,90	2,00	1,09	1,73	1,27	1,57	1,44	1,45	1,60	1,35	1,74
	1	5,60	0,73	3,05	0,79	2,34	0,91	2,00	1,02	1,80	1,16	1,67	1,30	1,56	1,41
	2	6,70	0,71	3,60	0,75	2,63	0,83	2,22	0,93	2,00	1,05	1,86	1,18	1,74	1,30
	3	7,40	0,70	4,00	0,74	2,90	0,80	2,42	0,88	2,18	1,00	2,00	1,12	1,90	1,22
	4	8,40	0,69	4,40	0,72	3,15	0,77	2,60	0,85	2,34	0,96	2,20	1,08	2,05	1,18
	5	9,20	0,69	4,80	0,71	3,40	0,76	2,80	0,83	2,50	0,94	2,34	1,05	2,20	1,15
	6	9,90	0,69	5,10	0,71	3,60	0,75	2,94	0,81	2,64	0,92	2,50	1,03	2,32	1,13
	7	10,60	0,69	5,45	0,70	3,80	0,74	3,10	0,80	2,80	0,90	2,60	1,01	2,46	1,11

Scanned with OKEN Scanner

0,4	0	4,90	0,78	2,78	0,88	2,14	1,02	1,85	1,17	1,67	1,32	1,54	1,45	1,42	1,58
	1	6,50	0,73	3,50	0,79	2,56	0,86	2,15	0,96	1,93	1,08	1,76	1,19	1,65	1,29
	2	7,75	0,71	4,05	0,75	2,92	0,80	2,40	0,88	2,14	0,97	1,97	1,08	1,85	1,18
	3	8,80	0,70	4,60	0,73	3,23	0,77	2,65	0,84	2,35	0,93	2,15	1,03	2,00	1,13
	4	9,80	0,69	5,00	0,71	3,52	0,75	2,85	0,81	2,54	0,89	2,33	1,00	2,20	1,08
	5	10,70	0,69	5,50	0,71	3,80	0,74	3,07	0,79	2,70	0,87	2,50	0,97	2,34	1,06
	6	11,50	0,69	5,85	0,70	4,05	0,73	3,25	0,78	2,86	0,85	2,64	0,95	2,50	1,04
	7	12,20	0,69	6,15	0,70	4,30	0,72	3,40	0,77	3,00	0,84	2,78	0,94	2,60	1,02
0,5	0	5,50	0,78	3,00	0,86	2,35	0,99	1,95	1,10	1,72	1,22	1,60	1,35	1,47	1,47
	1	7,25	0,73	3,80	0,78	2,82	0,84	2,30	0,92	2,00	1,00	1,85	1,04	1,71	1,20
	2	8,70	0,71	4,50	0,74	3,24	0,79	2,60	0,85	2,26	0,93	2,09	1,02	1,92	1,11
	3	9,85	0,70	5,10	0,73	3,60	0,76	2,85	0,81	2,50	0,88	2,18	0,98	2,11	1,06
	4	10,90	0,69	5,55	0,71	3,96	0,75	3,10	0,79	2,68	0,85	2,50	0,94	2,23	1,02
	5	11,90	0,69	6,05	0,71	4,25	0,74	3,35	0,78	2,88	0,83	2,66	0,92	2,44	1,00
	6	12,80	0,68	6,50	0,70	4,55	0,73	3,55	0,76	3,05	0,82	2,83	0,91	2,60	0,98
	7	13,70	0,68	6,90	0,69	4,80	0,72	3,75	0,75	3,23	0,81	3,00	0,89	2,73	0,96
1	0	7,80	0,78	4,25	0,85	3,10	0,92	2,50	0,99	2,10	1,06	1,88	1,13	1,72	1,20
	1	10,30	0,73	5,40	0,77	3,80	0,81	3,00	0,85	2,50	0,90	2,25	0,96	2,05	1,01
	2	12,30	0,71	6,30	0,74	4,40	0,76	3,46	0,80	2,90	0,84	2,56	0,89	2,34	0,94
	3	14,00	0,70	7,20	0,72	4,90	0,74	3,90	0,77	3,20	0,81	2,85	0,86	2,58	0,90
	4	15,50	0,69	8,00	0,71	5,40	0,72	4,20	0,75	3,60	0,79	3,10	0,83	2,68	0,88
	5	16,90	0,69	8,60	0,70	5,90	0,72	4,50	0,74	3,80	0,78	3,30	0,82	3,00	0,87
	6	18,20	0,69	9,20	0,70	6,30	0,71	4,90	0,73	4,10	0,77	3,60	0,81	3,22	0,85
	7	19,40	0,68	9,80	0,69	6,60	0,71	5,10	0,72	4,30	0,76	3,80	0,80	3,40	0,84



$$n = \frac{h_2}{h_1}$$

$$\beta = \frac{I_2}{I_1}$$

$$m = \frac{N_1}{N_2} - 1$$

Lungimea de flambaj a porțiunii superioare $l_{f_2} = \mu_2 h_2$

Lungimea de flambaj a porțiunii inferioare $l_{f_1} = \mu_1 h_1$

Scanned with OKEN Scanner

Calculul la starea limită de rezistență a elementelor de beton armat solicitate la încovoiere

Elementele de beton armat solicitate la încovoiere, cu secțiune dreptunghiulară, simplu armate, se pot calcula la starea limită de rezistență, în secțiuni normale pe axa elementului, cu ajutorul tabelei 41, folosind relațiile :

$$M = Bbh_0^2 R_t ; \tag{II.1}$$

$$h_0 = r\sqrt{\frac{M}{bR_t}} ; \tag{II.2}$$

$$\xi = \frac{x}{h_0} = \frac{A_a R_a}{bh_0 R_t} ; \tag{II.3}$$

$$A_a = \frac{M}{\zeta h_0 R_a} . \tag{II.4}$$

Tabela 41 poate fi folosită și la calculul elementelor cu secțiuni de altă formă sau dublu armate, precum și la calculul elementelor solicitate la compresiune excentrică sau întindere excentrică, în măsura în care calculul poate fi redus la folosirea unor relații de tipul relațiilor (II.1) . . . (II.4).

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 41

Valori de calcul la starea limită de rezistență pentru secțiuni dreptunghiulare solicitate la încovoiere

ξ	r	ζ	B	ξ	r	ζ	B
0,01	10,00	0,995	0,010	0,29	2,01	0,855	0,248
0,02	7,12	0,990	0,020	0,30	1,98	0,850	0,255
0,03	5,82	0,985	0,030	0,31	1,95	0,845	0,262
0,04	5,05	0,980	0,039	0,32	1,93	0,840	0,269
0,05	4,53	0,975	0,048	0,33	1,90	0,835	0,275
0,06	4,15	0,970	0,058	0,34	1,88	0,830	0,282
0,07	3,85	0,965	0,067	0,35	1,86	0,825	0,289
0,08	3,61	0,960	0,077	0,36	1,84	0,820	0,295
0,09	3,41	0,955	0,085	0,37	1,82	0,815	0,301
0,10	3,24	0,950	0,095	0,38	1,80	0,810	0,309
0,11	3,11	0,945	0,104	0,39	1,78	0,805	0,314
0,12	2,98	0,940	0,113	0,40	1,77	0,800	0,320
0,13	2,88	0,935	0,121	0,41	1,75	0,795	0,326
0,14	2,77	0,930	0,130	0,42	1,74	0,790	0,332
0,15	2,68	0,925	0,139	0,43	1,72	0,785	0,337
0,16	2,61	0,920	0,147	0,44	1,71	0,780	0,343
0,17	2,53	0,915	0,155	0,45	1,69	0,775	0,349
0,18	2,47	0,910	0,164	0,46	1,68	0,770	0,354
0,19	2,41	0,905	0,172	0,47	1,67	0,765	0,359
0,20	2,36	0,900	0,180	0,48	1,66	0,760	0,365
0,21	2,31	0,895	0,188	0,49	1,64	0,755	0,370
0,22	2,26	0,890	0,196	0,50	1,63	0,750	0,375
0,23	2,22	0,885	0,203	0,51	1,62	0,745	0,380
0,24	2,18	0,880	0,211	0,52	1,61	0,740	0,385
0,25	2,14	0,875	0,219	0,53	1,60	0,735	0,390
0,26	2,10	0,870	0,226	0,54	1,59	0,730	0,394
0,27	2,07	0,865	0,234	0,55	1,58	0,725	0,400
0,28	2,04	0,860	0,241				

Scanned with OKEN Scanner

Calculul pierderilor de tensiune datorite frecărilor pe traseu, lunecărilor şi deformaţiilor locale în ancoraje la blocare; stabilirea efortului unitar de control la armături postîntinse

III.1. În tabela 42 se dau valorile coeficientului

$$1 - e^{-\left(ks + \mu \sum \frac{L_r}{r}\right)} = 1 - e^{-A} \qquad \text{(III.1)}$$

din relaţia de calcul (6.21) (v. fig. 35).

III.2. Calculul practic al efectului reducerii alungirii armăturii ca urmare a lunecărilor şi deformaţiilor locale în ancoraje la blocare, sau a scăderii efortului unitar de control (după o spcrire temporară pînă la valoarea maximă admisă), se recomandă să se facă după schema dată în fig. 76.

Se alege o valoare pentru lungimea de fascicul l, pe care se extinde efectul reducerii alungirii armăturii( ). La distanţa l de la capătul armăturii, măsurată în lungul traseului, se admite că efortul unitar de calcul din armătură este egal cu valoarea maximă permisă, conform punctului 6.2.3, $\sigma_0 = 0{,}7\ R_p^n$.

Efortul unitar din fascicul, în acest punct, la pretensionare, ţinînd seama şi de sporul necesar pentru compensarea efectului întinderii succesive a armăturilor, în conformitate cu relaţia (6.23), are valoarea:

$$\sigma_p^i = \left(0{,}7\,R_p^n - n\,\sigma_{bp}\right) + \Delta\,\sigma_s^i = 0{,}7\,R_p^n - n\,\sigma_{bp}^{o,t} \qquad \text{(III. 2)}$$

Pe această bază se stabileşte, cu ajutorul tabelei 42, efortul unitar la pretensionare din armătură, în diferite puncte, ţinînd seama de faptul că

$$e^{-A} = 1 - (1 - e^{-A}); \qquad \text{(III.3)}$$

$$eA = \frac{1}{e^{-A}}. \qquad \text{(III.4)}$$

Expresia A se calculează cu valorile coeficienţilor de frecare μ şi k, respectiv μ' şi k', determinate conform prevederilor punctelor 6.3.3.3 şi 6.3.3.4.

Scanned with OKEN Scanner

Aria suprafeței haşurate des în fig. 76, *a* împărțită la E_p trebuie să reprezinte valoarea λ, respectiv :

$$\frac{1}{2E_p}\left\{\left|\left(\sigma_p^i\right)_b-\left(\sigma_p^i\right)_b'\right|l+\left[\left(\sigma_p^i\right)_a-\left(\sigma_p^i\right)_a'\right]l_1\right\}=\lambda \qquad \text{(III.5)}$$

şi prin cîteva încercări se obține distanța corectă *l*.

III.3. Efortul unitar de control, σ_k, se stabilește cu ajutorul relației (III.5)

$$\sigma_k=\left(\sigma_p^i\right)_a=\sigma_p^i\, e^{\left(kl+\mu\frac{x}{r}\right)}. \qquad \text{(III.6)}$$

Dacă $\sigma_k > R_p$, se reface calculul, reducînd corespunzător valoarea efortului unitar σ_p^i şi deci a efortului unitar de calcul σ_0 din punctul *x*.

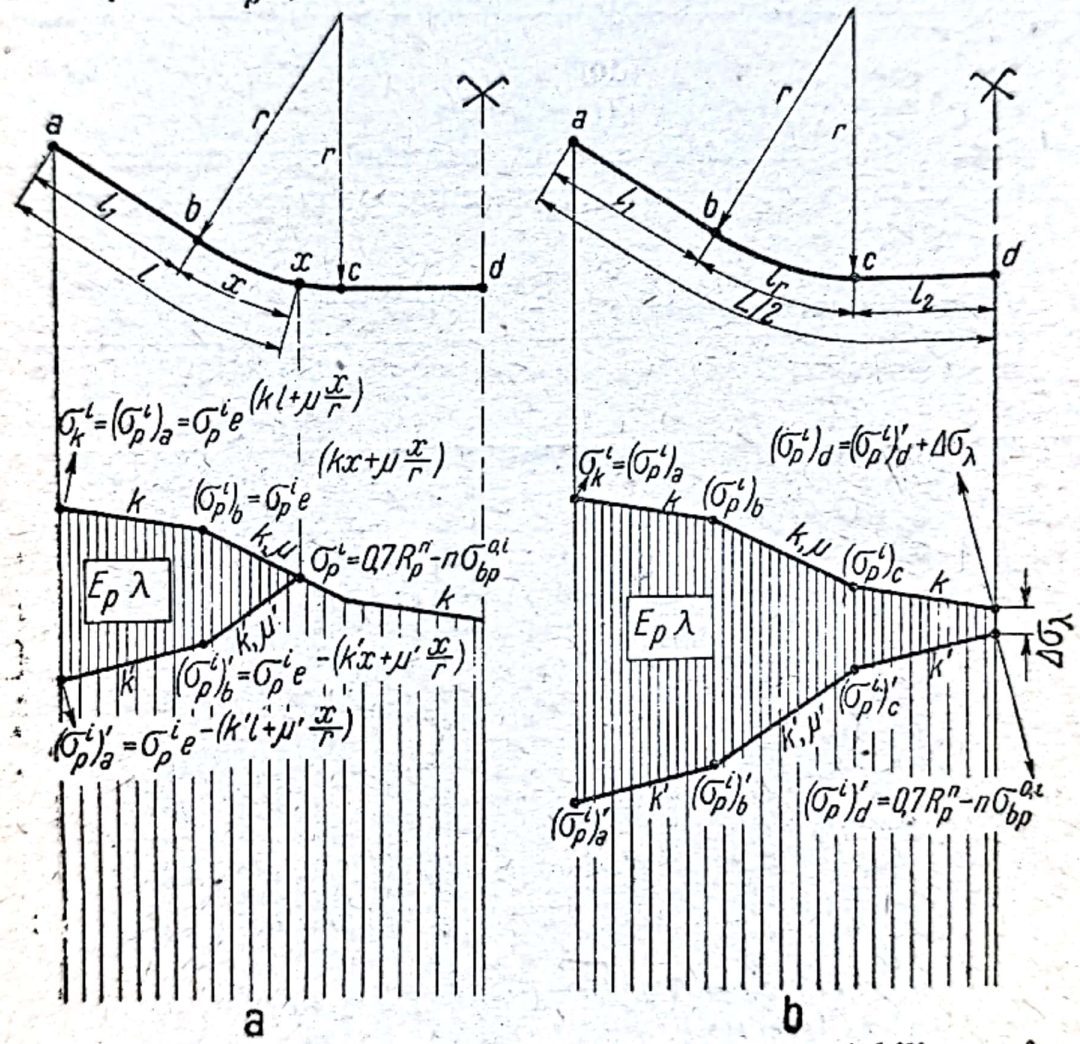


Fig. 76. Notații şi schema de calcul pentru stabilirea efortului unitar de control la armături postîntinse ținînd seama de frecările pe traseu.

IV.3. Dacă efectul reducerii alungirii (λ) a armăturii se resimte pînă la capătul opus al armăturii (în cazul tragerii de la un singur capăt) sau pînă la mijlocul lungimii armăturii (în cazul tragerii de la ambele capete), calculul se recomandă să se facă după schema dată la fig. 76, *b*.

Efortul unitar din fascicul, la pretensionare, în punctul *d*, $\left(\sigma_p^i\right)_d'$, se stabilește cu relația (III.2).

Scanned with OKEN Scanner

Se alege o valoare $\Delta\sigma_\lambda$ pentru pierderea de tensiune datorită efectului reducerii alungirii (λ) a armăturii în acest punct, în care efortul unitar de calcul este maxim pe traseul armăturii.

Aria suprafeței haşurate des din fig. 76, b, împărțită la E_p, trebuie să reprezinte valoarea λ, respectiv

$$\frac{1}{2E_p}\left[\Delta\sigma_\lambda l_2 + \left[\left(\sigma_p^i\right)_c - \left(\sigma_p^i\right)'_c\right](l_r + l_2) + \left[\left(\sigma_p^i\right)_b - \left(\sigma_p^i\right)'_b\right](l_1 + l_r) + \left[\left(\sigma_p^i\right)_a - \left(\sigma_p^i\right)'_a\right] l_1\right] = \lambda \qquad \text{(III.7)}$$

şi prin cîteva încercări se obține valoarea corectă $\Delta\sigma_\lambda$.

Efortul unitar de control σ_k se stabilește cu ajutorul relației (III.8):

$$\sigma_k = \left(\sigma_p^i\right)_a = \left[\left(\sigma_p^i\right)'_d + \Delta\sigma_\lambda\right] e^{\left(kl + \mu\frac{l_r}{r}\right)}. \qquad \text{(III.8)}$$

Dacă $\sigma_k > R_p$, se reface calculul, reducînd corespunzător valoarea efortului unitar σ_p^i şi deci a efortului unitar de calcul σ_0 în punctul d.

Tabela 42

Valorile coeficientului $1 - e^{-\left(ks + \mu \Sigma \frac{L_r}{r}\right)} = 1 - e^{-A}$

A	$1-e^{-A}$	A	$1-e^{-A}$	A	$1-e^{-A}$	A	$1-e^{-A}$
0	0,000						
0,01	0,010	0,26	0,229	0,51	0,399	0,76	0,532
0,02	0,020	0,27	0,237	0,52	0,405	0,77	0,537
0,03	0,030	0,28	0,244	0,53	0,411	0,78	0,542
0,04	0,039	0,29	0,252	0,54	0,417	0,79	0,546
0,05	0,049	0,30	0,259	0,55	0,423	0,80	0,551
0,06	0,058	0,31	0,267	0,56	0,429	0,81	0,555
0,07	0,068	0,32	0,274	0,57	0,434	0,82	0,560
0,08	0,077	0,33	0,281	0,58	0,440	0,83	0,564
0,09	0,086	0,34	0,288	0,59	0,446	0,84	0,568
0,10	0,095	0,35	0,295	0,60	0,451	0,85	0,573
0,11	0,104	0,36	0,302	0,61	0,457	0,86	0,577
0,12	0,113	0,37	0,309	0,62	0,462	0,87	0,581
0,13	0,122	0,38	0,316	0,63	0,467	0,88	0,585
0,14	0,131	0,39	0,323	0,64	0,473	0,89	0,589
0,15	0,139	0,40	0,330	0,65	0,478	0,90	0,593
0,16	0,148	0,41	0,336	0,66	0,483	0,91	0,597
0,17	0,156	0,42	0,343	0,67	0,488	0,92	0,601
0,18	0,165	0,43	0,350	0,68	0,493	0,93	0,605
0,19	0,173	0,44	0,356	0,69	0,498	0,94	0,609
0,20	0,181	0,45	0,362	0,70	0,503	0,95	0,613
0,21	0,189	0,46	0,369	0,71	0,508	0,96	0,617
0,22	0,197	0,47	0,375	0,72	0,513	0,97	0,621
0,23	0,205	0,48	0,381	0,73	0,518	0,98	0,625
0,24	0,213	0,49	0,387	0,74	0,523	0,99	0,628
0,25	0,221	0,50	0,393	0,75	0,528	1,00	0,632

Scanned with OKEN Scanner

Calculul la starea limită de rezistență a elementelor de beton precomprimat solicitate la încovoiere, compresiune excentrică cu excentricitate mare și întindere excentrică cu excentricitate mare, în conformitate cu prevederile punctului 6.4.1.7, b

IV.1. Elemente solicitate la încovoiere cu secțiune oarecare simetrică față de planul de încovoiere (fig. 77).

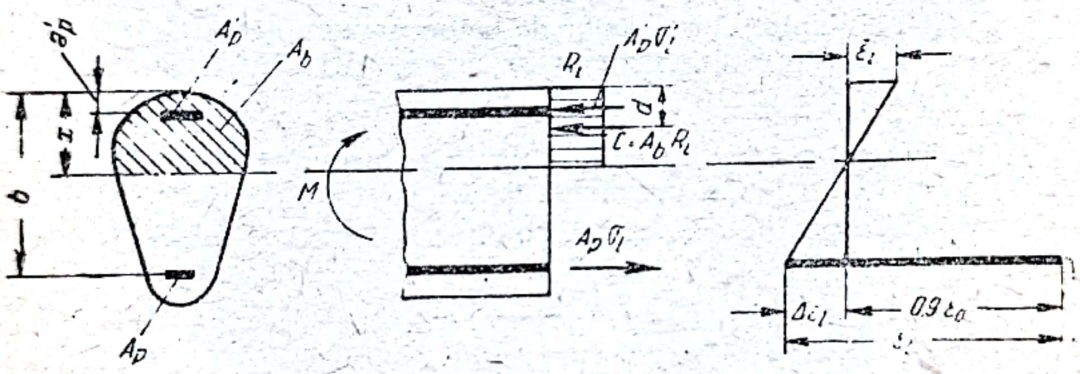


Fig. 77. Calculul elementelor de beton precomprimat solicitate la încovoiere.

Poziția axei neutre se determină prin încercări succesive, în conformitate cu prevederile punctului 6.4.1.7, b. Se alege o poziție a axei neutre și se scriu relațiile (IV.1) și (IV.2) :

$$\Delta\varepsilon_l = \frac{h_0 - x}{x}\bar{\varepsilon}_l\,; \qquad \text{(IV.1)}$$

$$\varepsilon_l = \Delta\varepsilon_l + 0{,}9\bar{\varepsilon}_0\,. \qquad \text{(IV.2)}$$

Din diagrama $\sigma - \varepsilon$ pentru oțelul respectiv se obține:

$$\sigma_l = m_p R_p = f(\varepsilon_l)\,. \qquad \text{(IV.3)}$$

Scanned with OKEN Scanner

Valoarea exactă x este aceea pentru care se respectă condiția (IV.4)

$$A_p \sigma_l = A_b R_l + A'_p \sigma'_l . \qquad \text{(IV.4)}$$

Calculul se face cu ajutorul relației (IV.5)

$$M \leqslant 0{,}8 \left[A_b R_l \left(h_0 - d \right) + A'_p \sigma'_l \left(h_0 - a'_p \right) \right] . \qquad \text{(IV.5)}$$

IV.2. Elemente solicitate la compresiune excentrică cu excentricitate mare, cu secțiune oarecare simetrică față de planul de încovoiere (fig. 78).

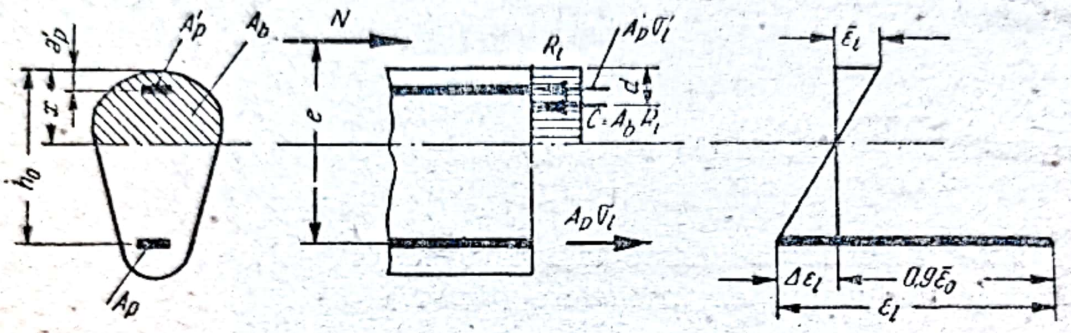


Fig. 78. Calculul elementelor de beton precomprimat solicitate la compresiune excentrică cu excentricitate mare.

Poziția axei neutre se determină prin încercări succesive, în conformitate cu prevederile punctului 6.4.1.7, b.

Se alege o poziție a axei neutre și se scriu relațiile (IV.6) și (IV.7):

$$\Delta \varepsilon_l = \frac{h_0 - x}{x} \bar{\varepsilon}_l ; \qquad \text{(IV.6)}$$

$$\varepsilon_l = \Delta \varepsilon_l + 0{,}9 \bar{\varepsilon}_0 . \qquad \text{(IV.7)}$$

Din diagrama $\sigma - \varepsilon$ pentru oțelul respectiv se obține

$$\sigma_l = m_p R_p = f(\varepsilon_l) . \qquad \text{(IV.8)}$$

Valoarea exactă x este aceea pentru care se respectă condiția (IV.9)

$$A_p \sigma_l + N = A_b R_l + A'_p \sigma'_l . \qquad \text{(IV.9)}$$

Calculul se face cu ajutorul relației (IV.10)

$$Ne = 0{,}8 \left[A_b R_l (h_0 - d) + A'_p \sigma'_l (h_0 - a'_p) \right] . \qquad \text{(IV.10)}$$

IV.3. Elemente solicitate la întindere excentrică cu excentricitate mare, cu secțiune oarecare simetrică față de planul de încovoiere (fig. 79).

Scanned with OKEN Scanner

Poziția axei neutre se determină prin încercări succesive, în conformitate cu prevederile punctului 6.4.1.7, b.

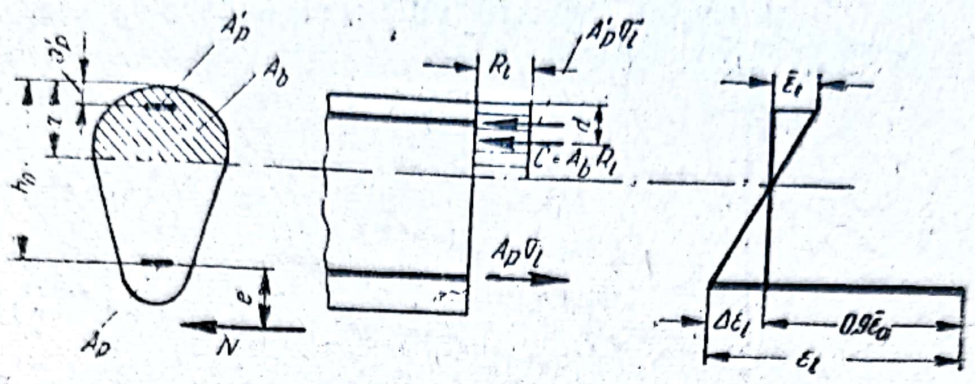


Fig. 79. Calculul elementelor de beton precomprimat solicitate la întindere excentrică cu excentricitate mare.

Se alege o poziție a axei neutre și se scriu relațiile (IV.11) și (IV.12):

$$\Delta\varepsilon_t = \frac{h_0 - x}{x}\bar{\varepsilon}_t; \qquad \text{(IV.11)}$$

$$\varepsilon_t = \Delta\varepsilon_t + 0{,}9\bar{\varepsilon}_0. \qquad \text{(IV.12)}$$

Din diagrama σ—ε pentru oțelul respectiv se obține

$$\sigma_t = m_p R_p = f(\varepsilon_t). \qquad \text{(IV.13)}$$

Valoarea exactă x este aceea pentru care se respectă condiția (IV.14)

$$A_p\sigma_t - N = A_b R_t + A'_p\sigma'_t. \qquad \text{(IV.14)}$$

Calculul se face cu ajutorul relației (IV.15)

$$Ne \leqslant 0{,}8\left[A_b R_t (h_0 - d) + A'_p\sigma'_t\left(h_0 - a'_p\right)\right]. \qquad \text{(IV.15)}$$

IV.4. În cazul cînd armăturile din zona întinsă sînt așezate pe mai multe rînduri, efortul unitar din fiecare rînd de armături în parte se stabilește cu relațiile de mai sus, în funcție de distanța de la rîndul considerat pînă la axa neutră.

Relația de moment se scrie în acest caz față de rezultanta eforturilor din armăturile situate în zona întinsă sau față de centrul de greutate al efortului de compresiune din beton.

IV.5. Efortul unitar σ'_t în armătura pretensionată din zona comprimată se ia în conformitate cu prevederile punctului 6.4.1.8.

IV.6. În cazul prezenței în secțiune a unor armături nepretensionate se vor respecta prevederile punctului 6.4.1.5.

IV.7. Lățimea aripilor plăcii la elementele cu placă în zona comprimată se va considera în calcul multiplicată cu coeficientul 0,8, în conformitate cu prevederile punctului 6.4 1.15.

IV.8. Diagrama caracteristică de calcul a oțelului, necesară pentru determinarea efortului unitar $\sigma_t = m_p R_p = f(\ _t)$, se stabilește pe baza diagramei caracteristice a oțelului corespunzătoare valorilor de calcul (v. fig. 80), prin reducerea tuturor valorilor caracteristice $\left(\sigma_{0.01}; \sigma_{0.2}; R^n_p\right)$ în raportul coeficientului de omogenitate k_p.

În diagrama caracteristică de calcul stabilită în acest mod se introduce atît efectul pretensionării pînă la efortul unitar de calcul inițial $0{,}9\,\sigma_0$ cît și efectul reducerii ulterioare în timp a efortului unitar de calcul la valoarea finală $0{,}9\,\bar{\sigma}_0$.

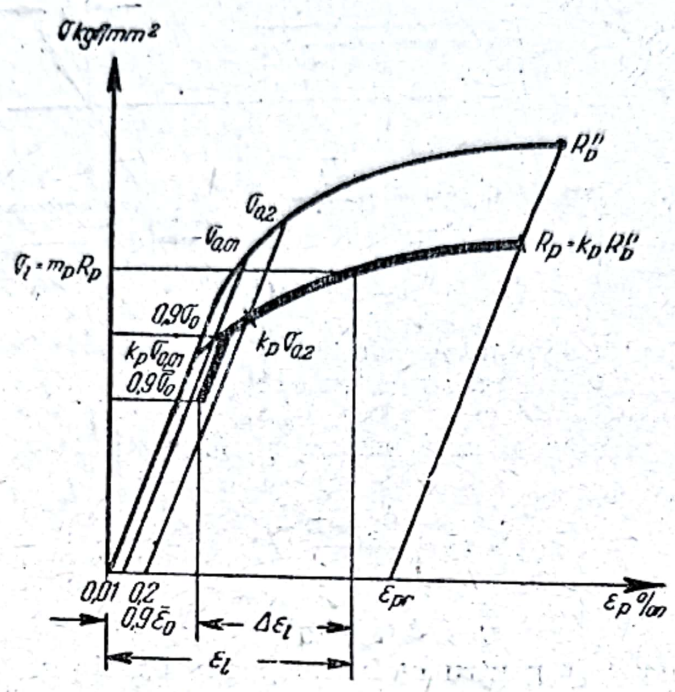


Fig. 80. Diagrama caracteristică de calcul a oțelului.

Caracteristicile armăturilor pretensionate din sîrme SBP se iau din tabela 43.

Tabela 43

Caracteristicile armăturilor pretensionate din sîrme SBP

Calitatea sîrmei	Diametrul, Ø mm	$\sigma_{0,01}$	$\sigma_{0,2}$	Alungirea remanentă la rupere ε_{pr}
SBP I	Ø ⩽ 3 Ø > 3	0,70 R_p^n	0,85 R_p^n	1,5% 2,0%
SBP II	Ø ⩽ 3 Ø > 3	—	0,80 R_p^n	1,0% 1,5%

Scanned with OKEN Scanner

Calculul la starea limită de rezistență a elementelor de beton precomprimat solicitate la încovoiere, compresiune excentrică cu excentricitate mare și întindere excentrică cu excentricitate mare, la care sînt satisfăcute condițiile de la punctul 6.4.1.7, c

V.1. Elementele solicitate la încovoiere cu secțiune dreptunghiulară simplu armate se recomandă a se calcula cu ajutorul relațiilor (V.1)... (V.8) utilizînd tabelele 44 și 45.

a) $$h_0 = \frac{1}{\sqrt{\frac{x}{h_0}\left(1 - 0{,}5\,\frac{x}{h_0}\right)}}\sqrt{\frac{M}{mbR_t}} = r\sqrt{\frac{M}{0{,}8\,bR_t}}; \qquad (V.1)$$

unde : $$\frac{x}{h_0} = \xi = \frac{A_p}{bh_0}\frac{\sigma_t}{R_t} = \mu_p\,\frac{m_p R_p}{R_t} = m_p\,\alpha_p; \qquad (V.2)$$

$$m_p = 1 - k\frac{A_p}{bh_0}\frac{R_p}{R_t} = 1 - k\,\alpha_p; \qquad (V.3)$$

$$\alpha_p = \frac{A_p}{bh_0}\frac{R_p}{R_t} = \mu_p\frac{R_p}{R_t};$$

$k = 0{,}30$ pentru armături preîntinse ;
$k = 0{,}60$ pentru armături postîntinse.

b) $$M = m\,B\,bh_0^2 R_t = 0{,}8\,B\,bh_0^2 R_t; \qquad (V.4)$$

unde : $$B = \frac{x}{h_0}\left(1 - 0{,}5\,\frac{x}{h_0}\right) = \frac{M}{0{,}8\,bh_0^2 R_t} \qquad (V.5)$$

c) $$A_p = \frac{M}{m\,\zeta\,h_0\,\sigma_t} = \frac{M}{0{,}8\,\bar{\zeta}\,h_0 R_p}; \qquad (V.6)$$

în care : $$\bar{\zeta} = m_p\,\zeta = 0{,}5\,m_p\left(1 + \sqrt{1 - \frac{2\,M}{0{,}8\,bh_0^2 R_t}}\right); \qquad (V.7)$$

Scanned with OKEN Scanner

respectiv

$$A_p = \alpha_p \, b h_0 \frac{R_t}{R_p}. \qquad (V.8)$$

V.2. Elementele solicitate la încovoiere cu secțiune dreptunghiulară dublu armate se recomandă să se calculeze cu ajutorul relațiilor (V.9)... (V.13), utilizînd tabelele 44 și 45.

$$M = 0{,}8 \left(M_1 + M'_p\right); \qquad (V.9)$$

în care: M'_p este partea din momentul încovoietor preluată de armătura pretensionată din zona comprimată și de armătura corespunzătoare din zona întinsă,

$$M'_p = A'_p \sigma'_t \left(h_0 - a'_p\right); \qquad (V.10)$$

M_1 — partea din momentul încovoietor preluată de zona comprimată de beton și de armătura corespunzătoare din zona întinsă,

$$M_1 = \frac{M}{0{,}8} - M'_p; \qquad (V.11)$$

respectiv

$$B_1 = \frac{M_1}{b h_0^2 R_t}. \qquad (V.12)$$

Din tabelele 44 și 45 rezultă valorile α_{1p} și m_p corespunzătoare;

$$A_p = \alpha_{1p} \, b h_0 \frac{R_t}{R_p} + A'_p \frac{\sigma'_t}{m_p R_p}. \qquad (V.13)$$

V.3. Elementele solicitate la încovoiere, cu placă în zona comprimată (secțiune T sau I), simplu armate se recomandă să se calculeze cu ajutorul relațiilor (V.14) ... (V.18), utilizînd tabelele 44 și 45.

$$M = 0{,}8 \left(M_1 + M_{bp}\right); \qquad (V.14)$$

M_{bp} este partea din momentul încovoietor preluată de aripile plăcii din zona comprimată și de armătura corespunzătoare din zona întinsă,

$$M_{bp} = 0{,}8 \left(b_p - b\right) h'_p \left(h_0 - \frac{h'_p}{2}\right) R_t; \qquad (V.15)$$

Scanned with OKEN Scanner

M_1 — partea din momentul încovoietor preluată de zona comprimată din inimă și de armătura corespunzătoare din zona întinsă,

$$M_1 = \frac{M}{0{,}8} - M_{bp}; \tag{V.16}$$

respectiv

$$B_1 = \frac{M_1}{bh_0^2 R_t}. \tag{V.17}$$

Din tabelele 44 și 45 rezultă valorile α_{1p} și m_p corespunzătoare;

$$A_p = \alpha_{1p} bh_0 \frac{R_t}{R_p} + 0{,}8 (b_p - b) h_p \frac{R_t}{m_p R_p}. \tag{V.18}$$

V.4. Elementele solicitate la încovoiere, cu placă în zona comprimată (secțiune T sau I), dublu armate se recomandă a se calcula cu ajutorul relațiilor (V.19) ... (V.24), utilizînd tabelele 44 și 45.

$$M = 0{,}8 \left(M_1 + M_{bp} + M_p' \right); \tag{V.19}$$

M_{bp} este partea din momentul încovoietor preluată de aripile plăcii din zona comprimată și de armătura corespunzătoare din zona întinsă,

$$M_{bp} = 0{,}8 (b_p - b) h_p \left(h_0 - \frac{h_p}{2} \right) R_t; \tag{V.20}$$

M_p' — partea din momentul încovoietor preluată de armătura pretensionată din zona comprimată și de armătura corespunzătoare din zona întinsă,

$$M_p' = A_p' \sigma_t' \left(h_0 - a_p' \right); \tag{V.21}$$

M_1 — partea din momentul încovoietor preluată de zona comprimată din inimă și de armătura corespunzătoare din zona întinsă,

$$M_1 = \frac{M}{0{,}8} - \left(M_{bp} + M_p' \right); \tag{V.22}$$

respectiv

$$B_1 = \frac{M_1}{bh_0^2 R_t}. \tag{V.23}$$

Scanned with OKEN Scanner

Din tabelele 44 și 45 rezultă valorile α_{1p} și m_p corespunzătoare;

$$A_p = \alpha_{1p} bh_0 \frac{R_t}{R_p} + 0{,}8\,(b_p - b)\,h_p \frac{R_t}{m_p R_p} + A'_p \frac{\sigma'_l}{m_p R_p}. \qquad (V.24)$$

V.5. Elementele solicitate la compresiune excentrică cu excentricitate mare cu secțiune dreptunghiulară se recomandă să se calculeze cu ajutorul relațiilor (V.25) ... (V.29), utilizînd tabelele 44 și 45.

$$M = Ne = 0{,}8\left(M_1 + M'_p\right); \qquad (V.25)$$

$$M'_p = A'_p \sigma'_l \left(h_0 - a'_p\right); \qquad (V.26)$$

$$M_1 = \frac{M}{0{,}8} - M'_p; \qquad (V.27)$$

$$B_1 = \frac{M_1}{bh_0^2 R_t}. \qquad (V.28)$$

Din tabelele 44 și 45 rezultă valorile α_{1p} și m_p corespunzătoare;

$$A_p = \alpha_{1p} bh_0 \frac{R_t}{R_p} + A'_p \frac{\sigma'_l}{m_p R_p} - \frac{N}{m_p R_p}. \qquad (V.29)$$

V.6. Elementele solicitate la compresiune excentrică cu excentricitate mare cu placă în zona comprimată, se recomandă să se calculeze cu ajutorul relațiilor (V.30) ... (V.35), utilizînd tabelele 44 și 45.

$$M = Ne = 0{,}8\left(M_1 + M_{bp} + M'_p\right); \qquad (V.30)$$

$$M_{bp} = 0{,}8\,(b_p - b)\,h_p \left(h_0 - \frac{h_p}{2}\right) R_t; \qquad (V.31)$$

$$M'_p = A'_p \sigma'_l \left(h_0 - a'_p\right); \qquad (V.32)$$

$$M_1 = \frac{M}{0{,}8} - M_{bp} - M'_p; \qquad (V.33)$$

$$B_1 = \frac{M_1}{bh_0^2 R_t}. \qquad (V.34)$$

Din tabelele 44 și 45 rezultă valorile α_{1p} și m_p corespunzătoare:

$$A_p = \alpha_{1p} bh_0 \frac{R_t}{R_p} + 0{,}8\,(b_p - b)\,h_p \frac{R_t}{m_p R_p} + A'_p \frac{\sigma'_l}{m_p R_p} - \frac{N}{m_p R_p} \qquad (V.35)$$

Scanned with OKEN Scanner

V.7. Elementele solicitate la întindere excentrică cu excentricitate mare cu secțiune dreptunghiulară se recomandă să se calculeze cu ajutorul relațiilor (V.36) ... (V.40), utilizînd tabelele 44 și 45.

$$M = Ne = 0{,}8\left(M_1 + M'_p\right); \tag{V.36}$$

$$M'_p = A'_p \sigma'_l \left(h_0 - a'_p\right); \tag{V.37}$$

$$M_1 = \frac{M}{0{,}8} - M'_p; \tag{V.38}$$

$$B_1 = \frac{M_1}{bh_0^2 R_t}. \tag{V.39}$$

Din tabelele 44 și 45 rezultă valorile α_{1p} și m_p corespunzătoare;

$$A_p = \alpha_{1p} bh_0 \frac{R_t}{R_p} + A'_p \frac{\sigma'_l}{m_p R_p} + \frac{N}{m_p R_p}. \tag{V.40}$$

V.8. Elementele solicitate la întindere excentrică cu excentricitate mare cu placă în zona comprimată, se recomandă să se calculeze cu ajutorul relațiilor (V.41) ... (V.46) utilizînd tabelele 44 și 45.

$$M = Ne = 0{,}8\left(M_1 + M_{bp} + M'_p\right); \tag{V.41}$$

$$M_{bp} = 0{,}8\,(b_p - b)\,h_p\left(h_0 - \frac{h_p}{2}\right)R_t; \tag{V.42}$$

$$M'_p = A'_p \sigma'_l \left(h_0 - a'_p\right); \tag{V.43}$$

$$M_1 = \frac{M}{0{,}8} - M_{bp} - M'_p; \tag{V.44}$$

$$B_1 = \frac{M_1}{bh_0^2 R_t}. \tag{V.45}$$

Din tabelele 44 și 45 rezultă valorile α_{1p} și m_p corespunzătoare;

$$A_p = \alpha_{1p} bh \frac{R_t}{R_p} + 0{,}8\,(b_p - b)\,h_p \frac{R_t}{mR_p} + A'_p \frac{\sigma'_l}{m_p R_p} + \frac{N}{m_p R_p}. \tag{V.46}$$

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 44

Valori de calcul la starea limită de rezistență pentru secțiuni dreptunghiulare solicitate la încovoiere la care sînt satisfăcute condițiile de la punctul 6.4.1.7,c

Elemente cu armătură postîntinsă

α_p respectiv α_{1p}	m_p	ξ	r	$\bar{\zeta}$	B respectiv B_1
0,01	0.994	0,010	10,06	0,989	0,010
0,02	0,988	0,020	7,15	0,978	0,020
0,03	0,982	0,029	5,87	0,968	0,029
0,04	0,976	0,039	5,11	0,957	0,038
0,05	0,970	0,049	4,60	0,946	0,047
0,06	0,964	0,058	4,22	0,936	0,056
0,07	0,958	0,067	3,93	0,926	0,065
0,08	0.952	0,076	3,69	0,916	0,073
0,09	0,946	0,085	3,50	0,906	0,082
0,10	0,940	0,094	3,34	0,896	0,090
0,11	0,934	0,103	3,20	0,886	0,097
0,12	0,928	0,111	3,08	0,876	0,105
0,13	0,922	0,120	2,98	0,867	0,113
0,14	0,916	0,128	2,89	0,857	0,120
0,15	0,910	0,137	2,81	0,848	0,127
0,16	0,904	0,145	2,73	0,839	0,134
0,17	0,898	0,153	2,66	0,829	0,141
0,18	0,892	0,161	2,60	0,820	0,148
0,19	0,886	0,168	2,55	0,811	0,154
0,20	0,880	0,176	2,50	0,803	0,161
0,21	0,874	0,184	2,45	0,794	0,167
0,22	0,868	0,191	2,41	0,785	0,173
0,23	0,862	0,198	2,37	0,777	0,179
0,24	0,856	0,205	2,33	0,768	0,184
0,25	0,850	0,212	2,30	0,760	0,190
0,26	0,844	0,219	2,26	0,751	0,195
0,27	0,838	0,226	2,23	0,743	0,201
0,28	0,832	0,233	2,20	0,735	0,206
0,29	0,826	0,240	2,18	0,727	0,211
0,30	0,820	0,246	2,15	0,719	0,216

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 44 (continuare)

α_p respectiv α_{1p}	m_p		r	$\bar{\zeta}$	B respectiv B_t
0,31	0,814	0,252	2,13	0,711	0,221
0,32	0,808	0,259	2,11	0,704	0,225
0,33	0,802	0,265	2,09	0,696	0,230
0,34	0,796	0,271	2,07	0,688	0,234
0,35	0,790	0,276	2,05	0,681	0,238
0,36	0,784	0,282	2,03	0,673	0,242
0,37	0,778	0,288	2,01	0,666	0,246
0,38	0,772	0,293	2,00	0,659	0,250
0,39	0,766	0,299	1,98	0,652	0,254

$$M = 0{,}8\, B\, b h_0^2 R_t$$

$$h_0 = r \sqrt{\frac{M}{0{,}8\, b R_t}}.$$

$$\xi = \frac{x}{h_0} = m_p\, \alpha_p .$$

$$A_p = \frac{M}{0{,}8\, \bar{\zeta}\, h_0\, R_p} \quad \text{respectiv} \quad A_p = \alpha_p\, b h_0 \frac{R_t}{R_a}$$

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 45

Valori de calcul la starea limită de rezistență pentru secțiuni dreptunghiulare solicitate la încovoiere la care sînt satisfăcute condițiile de la punctul 6.4.1.7,c

Elemente cu armătură preîntinsă

α_p respectiv α_{1p}	m_p	ξ	r	$\bar{\zeta}$	B respectiv B_1
0,01	0,997	0,010	10,04	0,992	0.010
0,02	0,994	0,020	7,13	0,984	0,020
0,03	0,991	0,030	5,86	0,976	0,029
0,04	0,988	0,040	5,08	0,968	0,039
0,05	0,985	0,049	4,56	0,960	0,048
0,06	0,982	0,059	4,18	0,953	0,057
0,07	0,979	0,069	3,89	0,945	0,066
0,08	0,976	0,078	3,65	0,938	0,075
0,09	0,973	0,088	3,45	0,930	0,084
0,10	0,970	0,097	3,29	0,923	0,092
0,11	0,967	0,106	3,15	0,916	0,101
0,12	0,964	0,116	3,03	0,908	0,109
0,13	0,961	0,125	2,92	0,901	0,117
0,14	0,958	0,134	2,83	0,894	0,125
0,15	0,955	0,143	2,74	0,887	0.133
0,16	0,952	0,152	2,67	0,879	0,141
0,17	0,949	0,161	2,60	0,872	0,148
0,18	0,946	0,170	2,53	0,865	0,156
0,19	0,943	0,179	2,47	0,858	0,163
0,20	0,940	0.188	2,42	0,852	0,170
0,21	0,937	0,197	2,37	0,845	0,177
0,22	0,934	0,205	2,33	0,838	0,184
0,23	0,931	0,214	2,29	0,831	0,191
0,24	0,928	0,223	2,25	0,824	0,198
0,25	0,925	0,231	2,21	0,817	0.205
0,26	0.922	0,240	2,18	0,811	0,211
0.27	0,919	0,248	2,15	0,805	0,217
0,28	0,916	0,256	2,11	0,798	0.224
0,29	0,913	0,265	2,09	0.892	0,230
0,30	0,910	0,273	2,06	0,786	0,236
0,31	0,907	0,281	2,04	0,779	0,242
0,32	0,904	0,289	2,01	0,773	0,247
0,33	0,901	0,297	1,99	0,767	0,253

$$M = 0{,}8\, B\, b h_0^2\, R_t \cdot$$

$$h_0 = r \sqrt{\frac{M}{0{,}8\, b\, R_t}} \cdot$$

$$\xi = \frac{x}{h_0} = m_p\, \alpha_p \cdot$$

$$A_p = \frac{M}{0{,}8\, \bar{\zeta}\, h_0 R_p} \quad \text{respectiv} \quad A_p = \alpha_p\, b h_0 \frac{R_t}{R_p} \cdot$$

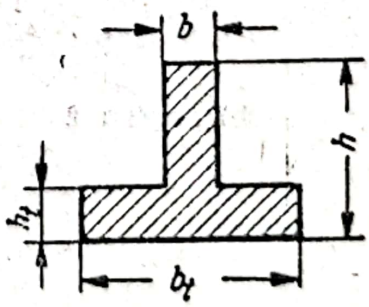
Scanned with OKEN Scanner

Determinarea modulului de rezistență la fisurare, W_f

Pentru calculul elementelor de beton precomprimat la starea limită de apariție a fisurilor, modulul de rezistență la fisurare, W_f, se poate determina prin multiplicarea modulului de rezistență al secțiunii ideale, W_0, cu coeficientul γ dat în tabela 46.

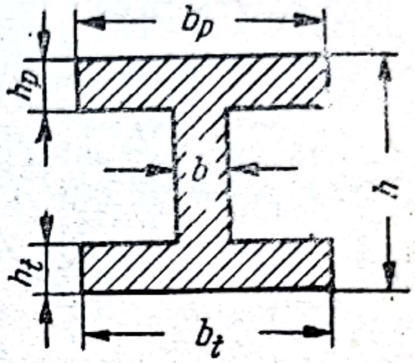
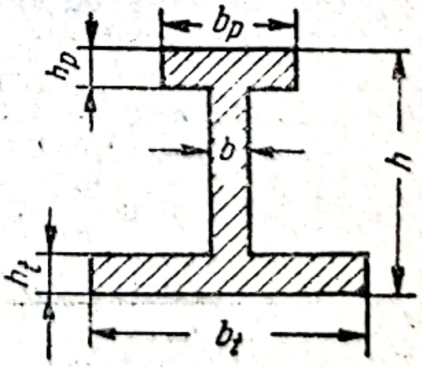
Tabela 46

Valorile coeficientului $\gamma = \frac{W_f}{W_0}$

Nr. crt.	Caracteristicile secțiunii	$\gamma = \frac{W_f}{W_0}$	Forma secțiunii
1	Secțiune dreptunghiulară	1,75	
2	Secțiune T cu talpa în zona comprimată	1,75	
3	Secțiune T cu talpa în zona întinsă :		
	a) Pentru $\frac{b_t}{b} \leqslant 2$ independent de raportul $\frac{h_t}{h}$	1,75	
	b) Pentru $\frac{b_t}{b} > 2$ și $\frac{h_t}{h} \geqslant 0{,}2$	1,75	
	c) Pentru $\frac{b_t}{b} > 2$ și $\frac{h_t}{h} < 0{,}2$	1,50	

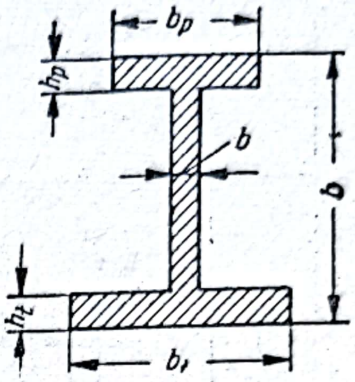
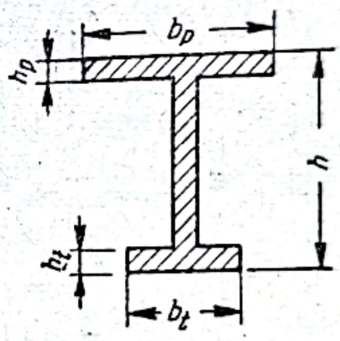
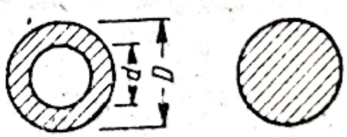
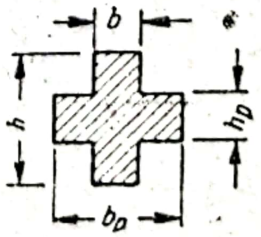
Scanned with OKEN Scanner

Tabela 46 (continuare)

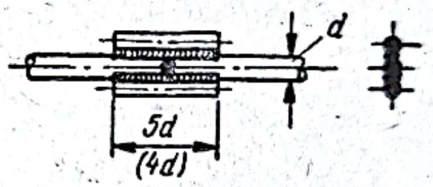
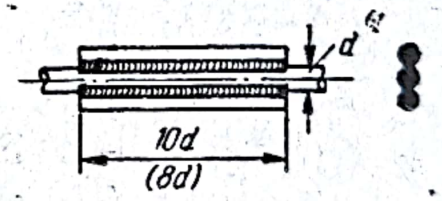
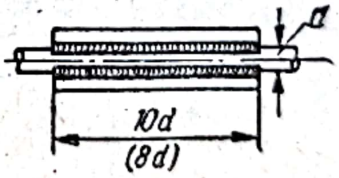
Nr. crt.	Caracteristicile secțiunii	$\gamma = \frac{W_f}{W_0}$	Forma secțiunii
4	Secțiune I simetrică sau casetată : a) Pentru $\frac{b_p}{b} = \frac{b_t}{b} \leqslant 2$ independent de raportul $\frac{h_p}{h} = \frac{h_t}{h}$	1,75	
	b) Pentru $2 < \frac{b_p}{b} = \frac{b_t}{b} \leqslant 6$ independent de raportul $\frac{h_p}{h} = \frac{h_t}{h}$	1,50	
	c) Pentru $\frac{b_p}{b} = \frac{b_t}{b} > 6$ și $\frac{h_p}{h} = \frac{h_t}{h} \geqslant 0{,}2$	1,50	
	d) Pentru $6 < \frac{b_p}{b} = \frac{b_t}{b} \leqslant 15$ și $\frac{h_p}{h} = \frac{h_t}{h} < 0{,}2$	1,25	$b_p = b_t$ $h_p = h_t$
	e) Pentru $\frac{b_p}{b} = \frac{b_t}{b} > 15$ și $\frac{h_p}{h} = \frac{h_t}{h} < 0{,}1$	1,10	
5	Secțiune I nesimetrică îndeplinind condiția $\frac{b_p}{b} \leqslant 3$: a) Pentru $\frac{b_t}{b} \leqslant 2$ independent de raportul $\frac{h_t}{h}$	1,75	
	b) Pentru $2 < \frac{b_t}{b} \leqslant 6$ independent de raportul $\frac{h_t}{h}$	1,50	
	c) Pentru $\frac{b_t}{b} > 6$ și $\frac{h_t}{h} > 0{,}1$	1,50	

Scanned with OKEN Scanner

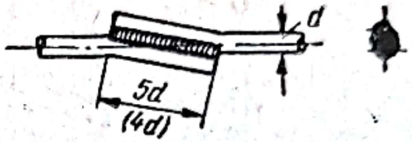
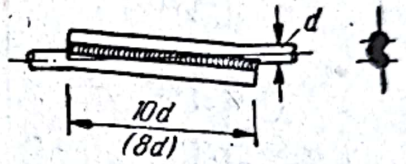
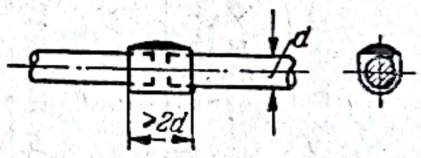
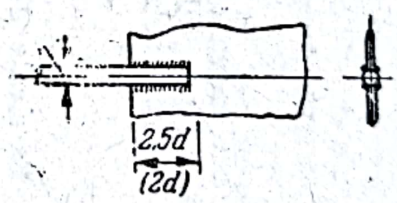
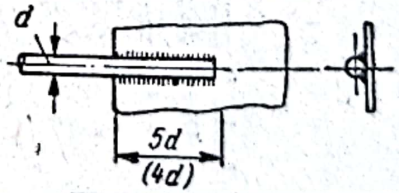
Tabela 46 (continuare)

Nr. crt.	Caracteristicile secțiunii	$\gamma = \frac{W_f}{W_0}$	Forma secțiunii
6	Secțiune I nesimetrică îndeplinind condiția $3 < \frac{b_p}{b} < 8$:		
	a) Pentru $\frac{b_t}{b} \leqslant 4$ independent de raportul $\frac{h_t}{h}$	1,50	
	b) Pentru $\frac{b_t}{b} > 4$ și $\frac{h_t}{h} \geqslant 0{,}2$	1,50	
	c) Pentru $\frac{b_t}{b} > 4$ și $\frac{h_t}{h} < 0{,}2$	1,25	
7	Secțiune I nesimetrică, îndeplinind condiția: $\frac{b_p}{b} \geqslant 8$:		
	a) Pentru $\frac{h_t}{h} > 0{,}3$	1,50	
	b) Pentru $\frac{h_t}{h} \leqslant 0{,}3$	1,25	
8	a) Secțiune circulară și inelară pentru $\frac{d}{D} \leqslant 0{,}4$	1,90	
	b) Secțiune inelară pentru $0{,}4 < \frac{d}{D} \leqslant 0{,}8$	1,75	
	c) Idem, pentru $\frac{d}{D} > 0{,}8$	1,60	
9	Secțiune în cruce:		
	a) Pentru $\frac{b_p}{b} \geqslant 2$ și $0{,}9 \geqslant \frac{h_p}{h} > 0{,}2$	2,00	
	b) În celelalte cazuri	1,75	

Tipuri de înnădire prin sudare

Nr. crt.	Tipul înnădirii	Schița înnădirii	Oțel	Diametrul barei, mm
1	Sudură electrică a barelor cap la cap prin topire intermediară		OL 38 PC 52 PC 60	10—40 10—40 10—40
2	Sudare cu arc electric pe eclise cu patru cordoane laterale de sudură		OL 38 PC 52 PC 60	8—40 10—40 8—40
3	Sudare cu arc electric pe eclise cu două cordoane laterale de sudură		OL 38 PC 52 PC 60	8—40 10—40 8—40
4	Sudare cu arc electric pe eclisă-cornier cu două cordoane laterale de sudură		OL 38 PC 52 PC 60	8—40 10—40 8—40

Scanned with OKEN Scanner

5	Sudare cu arc electric prin suprapunere cu două cordoane laterale de sudură		OL 38 PC 52 PC 60	8—40 10—40 8—40
6	Sudare cu arc electric prin suprapunere cu un singur cordon lateral de sudură		OL 38 PC 52 PC 60	8—40 10—40 8—40
7	Sudare cu arc electric pe eclise în formă de jgheab		OL 38 PC 52 PC 60	20—32 20—32 20—32
8	Sudare cu arc electric de o plăcuță metalică, cu două cordoane laterale de sudură		OL 38 PC 52 PC 60	8—40 10—40 8—40
9	Sudare cu arc electric de o plăcuță metalică cu patru cordoane laterale de sudură		OL 38 PC 52 PC 60	20—40 20—40 20—40

Observație

Pentru bare din oțel OL 38, se permite adoptarea lungimilor de înnădire prevăzute în paranteze,

Procedee de precomprimare cu armături postîntinse

VIII.1. Armături postîntinse

VIII.1.1. Pentru realizarea elementelor de beton precomprimat cu armătură postîntinsă, se pot adopta tipurile de fascicule din sîrme paralele, ale căror caracteristici sînt date în tabela 47 şi în fig. 81—83.

Tabela 47

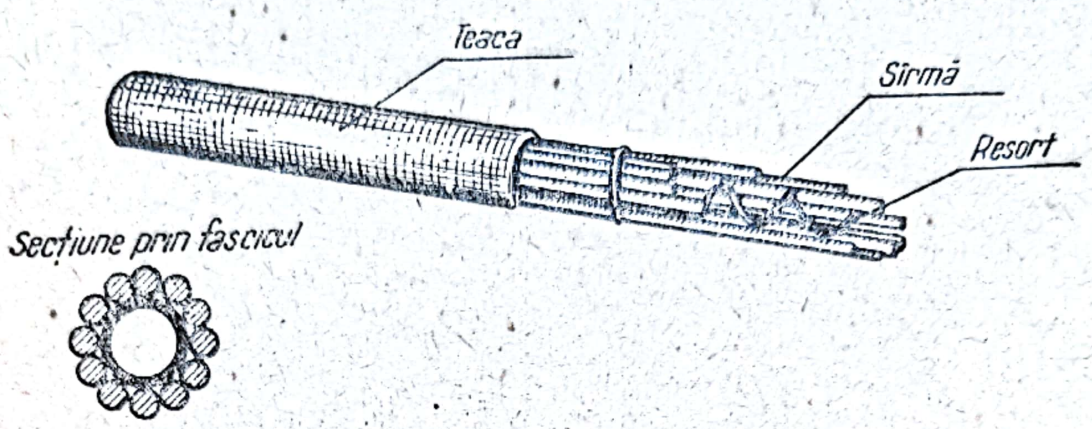
Fascicule din sîrme paralele

Fig.	Tipul fasciculului	Număr de sîrme	Secţiunea fasciculului cm²	Greutatea kgf/m	Diametrul exterior mm	Modul de realizare al distanţierilor
81	Secţiune circulară cu sîrmele dispuse pe un singur rînd	12 ∅ 5 mm 12 ∅ 7 mm	2,35 4,62	1,85 3,62	24 34	resort central
82	Secţiune circulară cu sîrmele dispuse pe două rînduri concentrice	36 ∅ 5 mm — rîndul exterior: 24 ∅ 5 mm — rîndul interior: 12 ∅ 5 mm	7,05	5,55	51	rozete ştanţate
83	Secţiune dreptunghiulară	nelimitat	nelimitat	nelimitat	nelimitat	plăcuţe ştanţate

VIII.1.2. În mod excepţional se permite utilizarea fasciculelor cu 8 sau 10 ∅ 5 mm respectiv 8 sau 10 ∅ 7 mm, realizate cu acelaşi tip de resort central ca şi fasciculele 12 ∅ 5 mm respectiv 12 ∅ 7 mm.

Scanned with OKEN Scanner

VIII.1.3. Se permite utilizarea fasciculelor 28 ⌀ 5 mm şi 32 ⌀ 5 mm realizate cu aceleaşi rozete ca şi fasciculele de 36 ⌀ 5 mm, prin reducerea corespunzătoare a numărului sîrmelor de pe rîndul exterior.



Tip fascicul	Aria secţiunii mm²	Greutate fascicul *) kgf/m	Diametru (fără teacă) mm	Diametru spiră resort mm	Diametru sîrmă resort mm	Pasul resortului mm	Greutatea resortului în fascicul gf/metru
12 ∅ 5	235	1,90	24	14	1,6	20	35
12 ∅ 7	462	3,70	34	20	2,0	20	70

*) inclusiv resortul central şi sîrma de legare

Fig. 81. Fascicul 12 Ø 5 şi 12 Ø 7.

VIII.1.4. Resortul central se prevede pe întreaga lungime a fasciculelor cu secţiune circulară (12 ⌀ 5 mm şi 12 ⌀ 7 mm). La circa 1,30 m de capete continuitatea resortului central se întrerupe, cele două porţiuni de capăt urmînd a fi extrase înainte de întindere.

Rozetele ştanţate se prevăd la interval de circa 100 cm în porţiunile drepte ale fasciculelor cu secţiune circulară (36 ⌀ 5 mm) şi la interval de circa 50 cm în porţiunile curbe ale acestora.

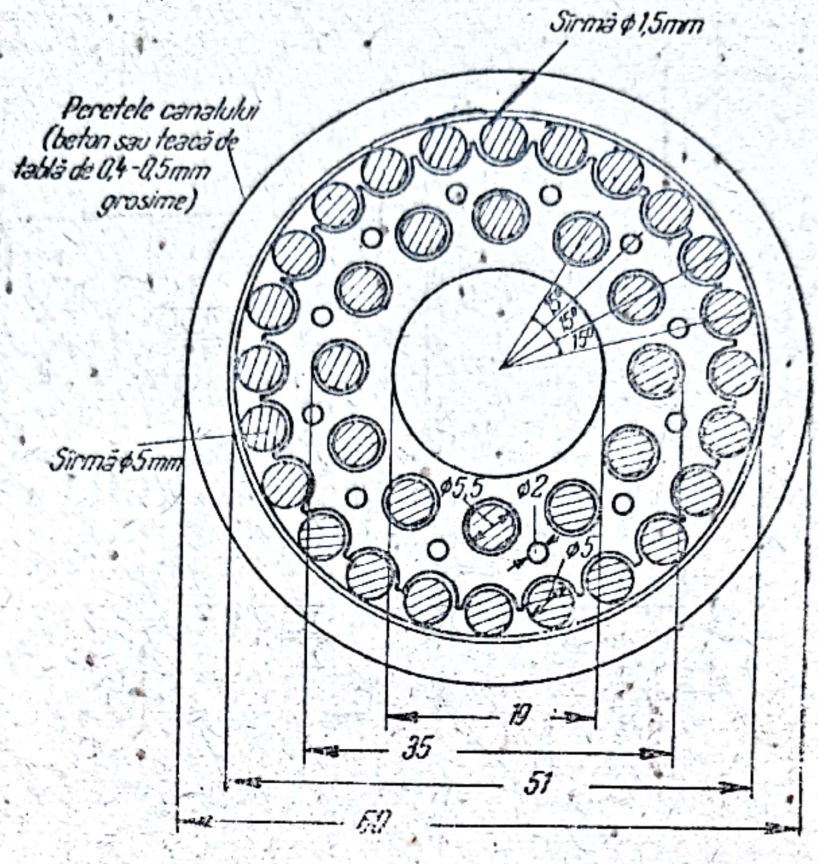
Distanţa la care se prevăd plăcuţele ştanţate la fasciculele cu secţiune dreptunghiulară va fi funcţie de rigiditatea fasciculului, dar nu mai mare de 1,50 m pentru porţiunile de traseu rectilinii.

VIII.1.5. Pentru fasciculele realizate cu resort central se va prevedea legarea cu sîrmă ⌀ 1,0 mm la circa 70 cm distanţă.

Pentru fasciculele realizate cu rozete ştanţate se va prevedea legarea cu sîrmă ⌀ 1,5 mm în dreptul fiecărei rozete.

VIII.1.6. Lungimea nominală a fasciculelor (măsurată între suprafeţele exterioare ale ancorajelor) se va majora cu lungimea necesară prinderii în presă, conform tabelei 48.

Scanned with OKEN Scanner



Tip fascicul	Aria secţiunii mm²	Greutatea fasciculului *) kgf/metru	Diametrul fără teacă
36 ∅ 5	705	5,7	51

*) inclusiv distanţierii şi sîrma de legare.

Fig. 82. Fascicul 36 ∅ 5 cu distanţier în canal.

Tabela 48

Lungimi necesare pentru prinderea în prese

Fascicul	Tensionat de la	
	o extremitate	ambele extremităţi
Secţiune circulară 12 ∅ 5 — 12 ∅ 7	70 cm	120 cm
Secţiune circulară 36 ∅ 5	95 cm	170 cm
Secţiune dreptunghiulară	Funcţie de caracteristicile ancorajelor şi utilajului de pretensionare	

Scanned with OKEN Scanner

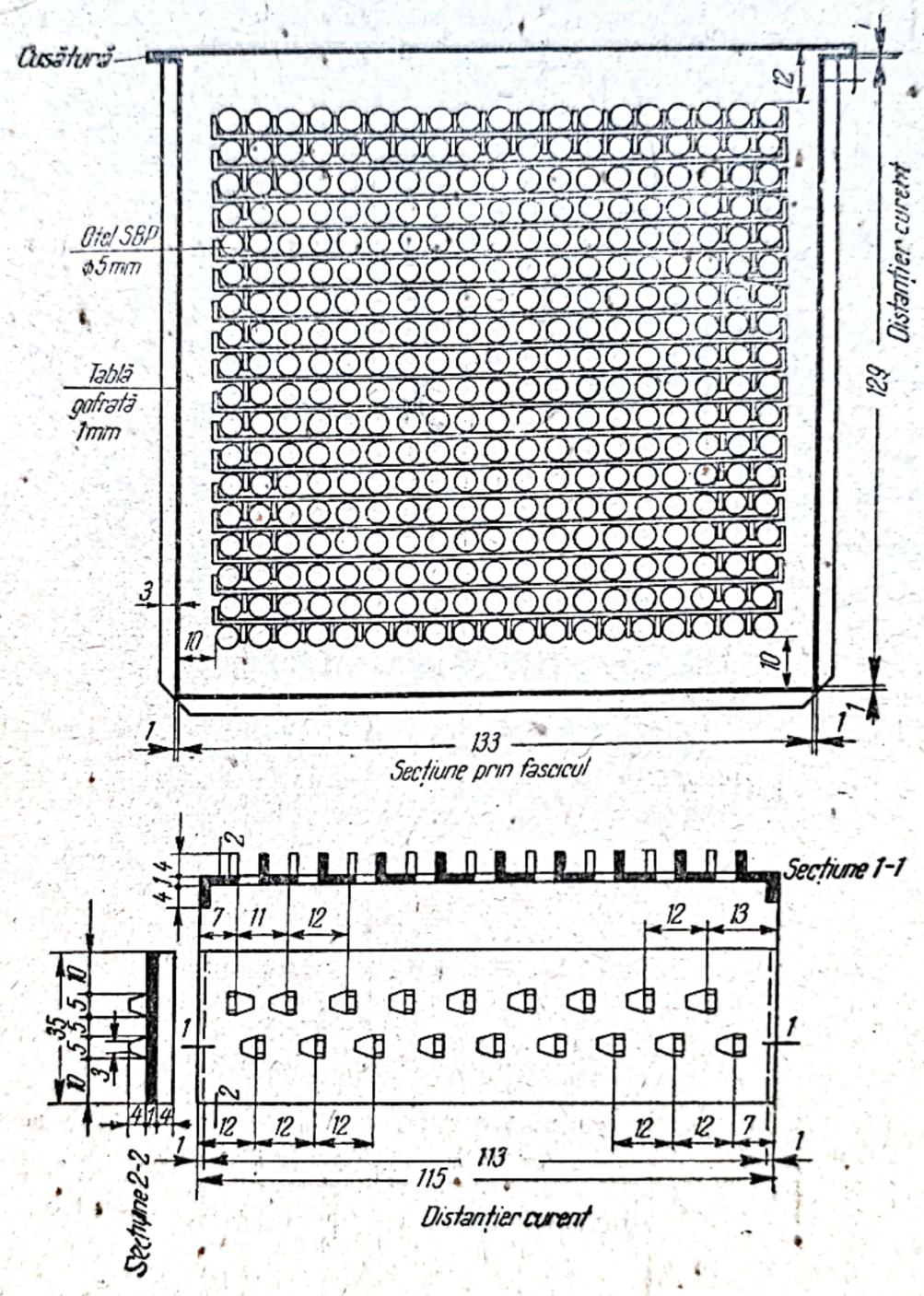


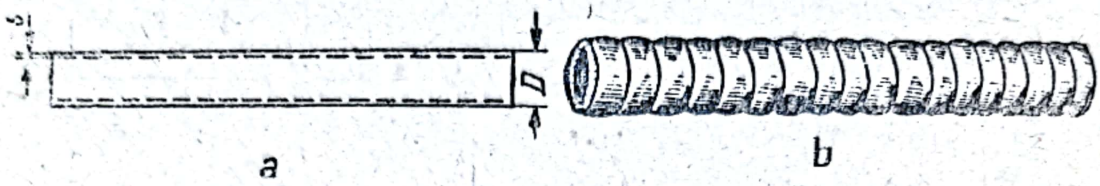
Fig. 83. Exemplu de fascicul cu secțiune dreptunghiulară 342 Ø 5 mm

Scanned with OKEN Scanner

VIII.2. Canale pentru trecerea armăturii

VIII.2.1. Pentru realizarea canalelor în care se dispun armăturile postîntinse se pot adopta procedeele indicate în tabela 49 şi în fig. 84.

VIII.2.2 Utilizarea tecilor nerecuperabile de material plastic PVC se permite numai la elemente întinse centric sau cu excentricitate mică şi care nu se calculează la oboseală (tiranţi, pereţi de silozuri, rezervoare etc.).



Fascicul	D mm	s mm	Greutate kgf/metru
12 ∅ 5	32	1,8	0,263
12 ∅ 7	50	2	0,463

Fascicul	Diametru interior mm	Diametru exterior mm
12 ∅ 5	30	34
12 ∅ 7	40	44

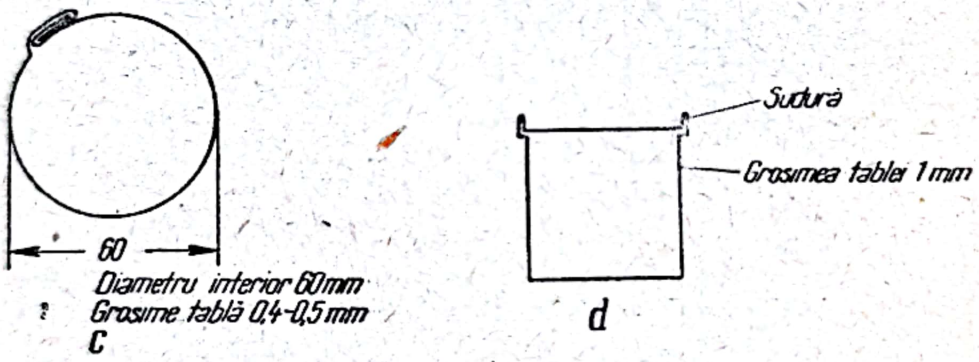


Fig. 84. Diferite tipuri de teci :

a – teacă PVC tip U (uşor) ; *b* – teacă de tablă gofrată ; *c* – teacă din tablă netedă pentru fascicul 36 ∅ 5 ; *d* – teacă din tablă pentru fascicule cu secţiune dreptunghiulară.

VIII.2.3. Realizarea canalelor prin extragerea unor ţevi recuperabile din material plastic PVC se permite numai la elemente prefabricate sau preturnate.

La canale rectilinii se pot folosi pentru extragere şi ţevi metalice de acelaşi diametru exterior cu ţevile PVC.

Canalul se poate realiza printr-o singură ţeavă extrasă pe la un singur capăt, sau prin două ţevi extrase pe la ambele capete ale elementului ; în ultimul caz cele două ţevi se îmbină cu un manşon de tablă (0,4—0,5 mm grosime) nerecuperabil (fig. 85).

Lungimea maximă de extragere este de 11,00 m pentru trasee rectilinii şi 9,00 m pentru trasee prezentînd curbe, iar deviaţia unghiulară maximă pentru porţiunea extrasă este de 20°.

Scanned with OKEN Scanner

Procedee pentru realizarea canalelor *Tabela 49*

Fascicul	Forma canalului	Teacă nerecuperabilă de tablă			Țeavă nerecuperabilă de material plastic PVC*)	Canal de beton realizat prin extragerea unei țevi de material plastic PVC	
		Din bandă continuă cu falț elicoidal (flexibilă)	Din bandă continuă gofrată cu falț longitudinal	Din foi cu falț sau cusături lipite în sens longitudinal	Dimensiuni mm	Diametru canal mm	Dimensiunile țevii PVC folosite pentru realizarea canalului*) mm
12 ∅ 5 mm	Circulară	$\varnothing_{int.} \geqslant 30$ mm	Dimensiune bandă pentru $\Phi_{int.} = 30$ mm 0,2 × 145 mm	Nu se folosește	$\varnothing_{ext.} = 32$ **) $\varnothing_{int.} = 28{,}44$	40	$\varnothing_{ext.} = 40$ $\varnothing_{int.} = 31{,}5$
12 ∅ 7 mm	Circulară	$\varnothing_{int.} \geqslant 40$ mm	Dimensiune bandă pentru $\Phi_{int.} = 40$ mm 0,2 × 175 mm	Nu se folosește	$\varnothing_{ext.} = 50$ $\varnothing_{int.} = 46$	50	$\varnothing_{ext.} = 50$ $\varnothing_{int.} = 39{,}5$
36 ∅ 5 mm	Circulară	$\varnothing_{int.} \geqslant 60$ mm	Nu se folosește	Grosime 0,4 – 0,5 mm	Nu se folosește	63	$\varnothing_{ext.} = 63$ $\varnothing_{int.} = 49{,}5$
Secțiune dreptunghiulară	Dreptunghiulară	Nu se folosește	Nu se folosește	Grosime 0,8 — 1,0 mm Tabla se gofrează transversal față de axul canalului	Nu se folosește	Nu se folosește	

*) Dimensiuni conform N.I. Fabrica de materiale plastice București

**) În cazul introducerii ulterioare a fasciculului în canal (după turnarea elementului) se va utiliza țeava PVC având $\varnothing_{ext} = 40$ mm, $\varnothing_{int} = 36{,}4$ mm.

Scanned with OKEN Scanner

VIII.2.4. Tecile de tablă se realizează cu falț dublu sau cusătură lipită.

La îmbinările tecilor de tablă se va prevedea întrepătrunderea lor pe o lungime de 5—6 cm și etanșarea rosturilor cu bandă izolatcare sau cu pînză bituminată.

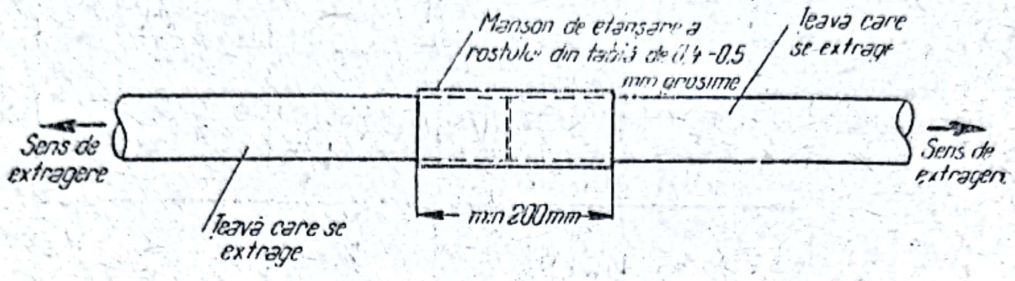


Fig. 85. Îmbinarea țevilor extrase.

Sensul de întrepătrundere a tecilor în rosturi se alege în funcție de sensul de deplasare al fasciculului la pretensionare în secțiunea respectivă după cum se arată în fig. 86.

În cazul tecilor executate din foi de tablă, se recomandă prevederea lipirii prin cositorire a rosturilor de îmbinare, pentru realizarea unor tronsoane de teacă de lungime mare.

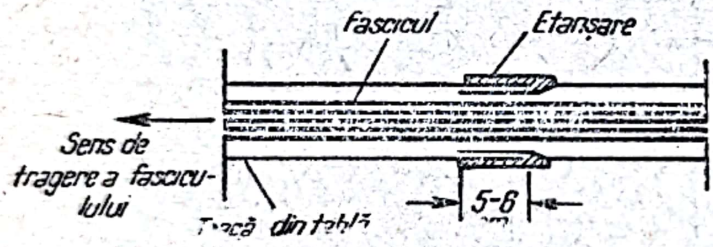


Fig. 86. Îmbinarea tecilor metalice.

VIII.2.5. Îmbinările tecilor nerecuperabile din țevi de material plastic PVC se realizează cu mufe executate pe șantier (fig. 87, *a*) și lipite cu adeziv de tip PCD 13 sau cu manșoane tip livrate de fabrica producătoare (fig. 87, *b*).

VIII.2.6. În cazul canalelor realizate cu teci nerecuperabile, ansamblul fascicul-teacă se montează în cofraj înainte de turnare.

În cazul canalelor realizate prin extragerea unor țevi, fasciculul se introduce în canal după întărirea betonului elementului.

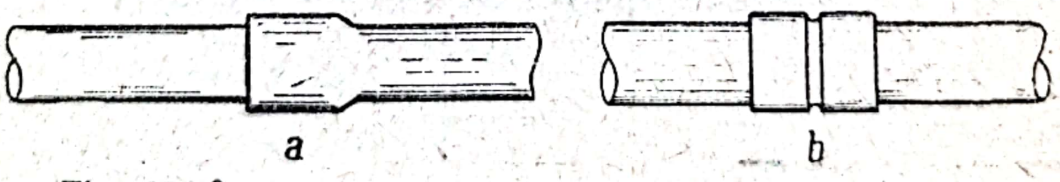


Fig. 87. Îmbinarea țevilor din PVC nerecuperabile:
a — cu mufa fasonată pe șantier; *b* — cu manșon livrat de Fabrica de mase plastice.

VIII.2.7. Traseul canalelor de secțiune circulară se recomandă să se alcătuiască din porțiuni rectilinii racordate prin porțiuni curbe cu rază de curbură mai mare sau cel puțin egală cu valorile indicate la punctul 7.2.3.8.

Traseul canalelor de secțiune dreptunghiulară se recomandă să se alcătuiască din porțiuni rectilinii prevăzute în punctele de schimbare de pantă cu dispozitive speciale de deviere, lunecare și reducere a frecării (fig. 88).

VIII.2.8. Punctele de fixare ale tecilor în cofraj se vor prevedea la distanță maximă de 1,00 m pentru fascicule 12 ⌀ 5 mm și de 1,50 m pentru fascicule 12 Ø 7 mm și 36 Ø 5 mm. În cazul tecilor alcătuite din foi de tablă, se va prevedea cel puțin cîte un punct de fixare pentru fiecare tronson de teacă.

Se vor prevedea în mod obligatoriu puncte de fixare la extremitățile porțiunilor curbe, respectiv în punctele de schimbare de pantă.

VIII.3. Ancoraje și zone de ancorare

VIII.3.1. Pentru ancorarea armăturilor postîntinse sub formă de fascicule din sîrme paralele se pot adopta tipurile de ancoraje ale căror caracteristici sînt date în tabela 50 și fig. 89...102.

Tabela 50

Ancoraje pentru fascicule din sîrme paralele

Capătul fasciculului la care se prevede ancorajul	Materialul din care se confecționează ancorajul	Fascicul			
		12 Ø 5 mm	12 Ø 7 mm	36 Ø 5 mm	cu secțiune dreptunghiulară
Capătul tras	Beton armat	inel-con (fig. 89)	inel-con (fig. 89)	nu se folosește	bloc de ancorare mobil (fig. 96)
	Oțel	inel-con (fig. 90)	inel-con (fig. 91)	INCERC-100 (inel-con dublu) (fig. 92)	—
Capătul fix	Beton armat	înecat cu buclă (fig. 93)	înecat cu buclă (fig. 93)	înecat cu buclă (fig. 94)	înecat cu buclă
	Oțel	dorn (fig. 95)	dorn (fig. 95)	dorn	—

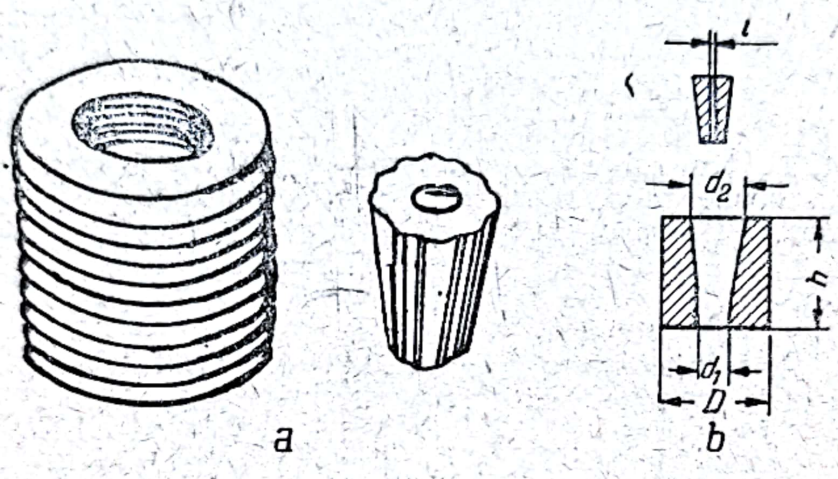
Scanned with OKEN Scanner

Observații

a) Ancorajele indicate pentru capătul tras se pot folosi și la capătul fix.

b) Alte tipuri de ancoraje decît cele din tabela 50 nu se pot prevedea decît pe baza verificării experimentale.

VIII.3.2. Ancorajele de beton armat tip inel-con se înglobează de regulă în betonul elementului, la turnare. În dreptul ancorajului se prevede un locaș (fig. 97) care servește ulterior pentru înglobarea capetelor sîrmelor fasciculului și amenajarea golului pentru montarea ștuțului furtunului de injectare. Locașurile pot fi comune pentru două sau pentru mai multe ancoraje grupate.



Fascicul	D mm	h mm	i mm	d_1 mm	d_2 mm	G kgf
12 ∅ 5	100	100	8	28	46,8	2,5
12 ∅ 7	120	120	11	36	61,5	4,7

Fig. 89. Ancoraje de beton armat, tip inel-con pentru fascicule 12 ⌀ 5 și 12 ⌀ 7.

În cazul fasciculelor ancorate la marginea superioară a elementului, locașul va avea aspectul din fig. 98.

VIII.3.3. Ancorajele metalice tip inel-con și INCERC-100 se așează de regulă pe suprafața betonului elementului, după turnarea acestuia.

Se recomandă montarea ancorajelcr în locașuri (fig. 99) care servesc ulterior și pentru înglobarea capetelor sîrmelor fasciculului și amenajarea golului pentru montarea ștuțului furtunului de injectare. Locașurile pot fi comune pentru două sau pentru mai multe ancoraje grupate.

În cazul cînd nu se prevăd asemenea locașuri, se vor da soluții constructive pentru înglobarea în beton a ancorajelor după precom-

Scanned with OKEN Scanner

primare (fig. 100). Pentru a asigura o bună legătură între betonul sau mortarul de înglobare şi betonul elementului, se vor prevedea mustăţi din oţel beton.

În cazul fasciculelor ancorate la marginea superioară a elementului, locaşul va avea aspectul din fig. 101.

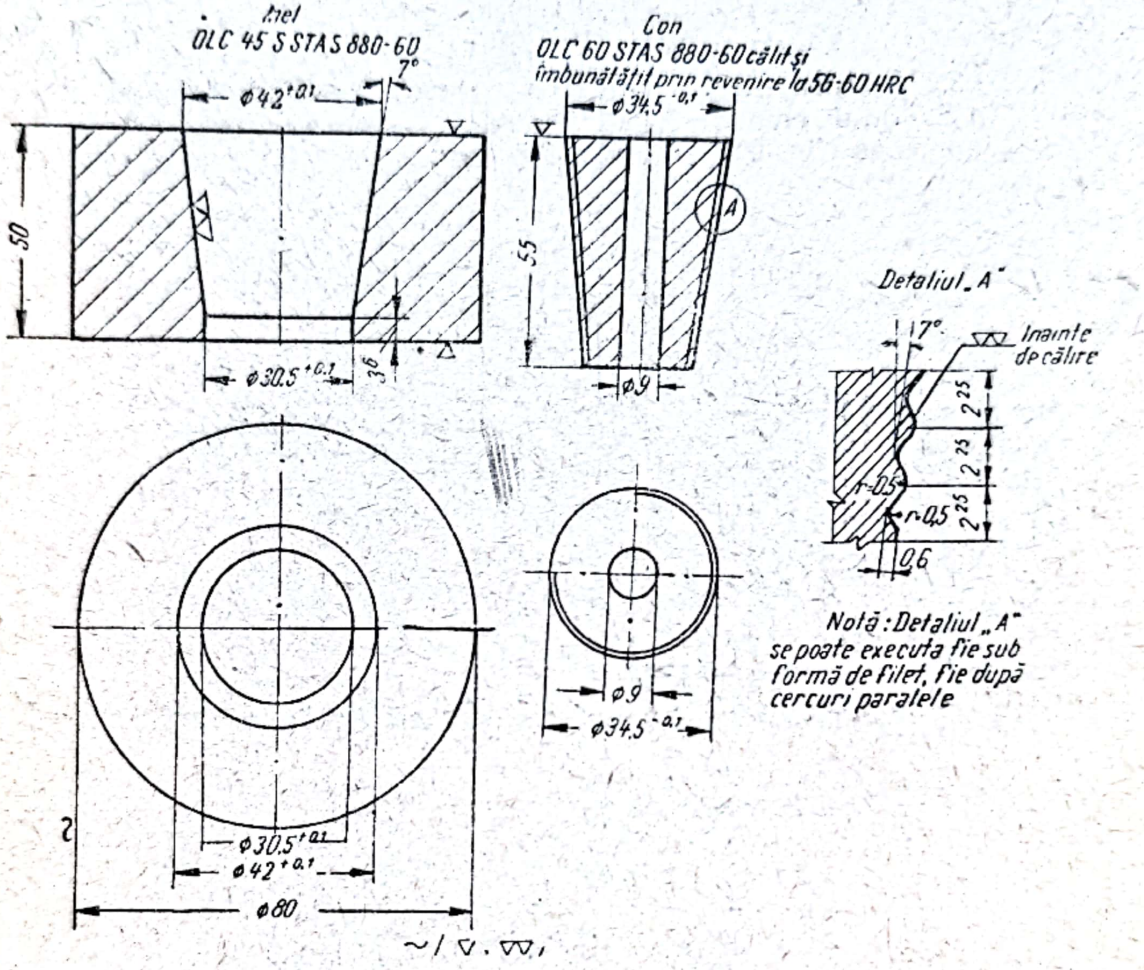


Fig. 90. Ancoraj metalic tip inel-con pentru fascicule 12 Ø 5 mm.

VIII.3.4. La ancoraje de beton armat tip inel-con nu se permite reluarea pretensionării ; pretensionarea trebuie efectuată într-o singură etapă.

La ancoraje metalice tip inel-con şi INCERC-100 se permite reluarea pretensionării o singură dată, pretensionarea putîndu-se deci efectua în două etape.

La ancoraje metalice tip inel-con nu se permite reluarea pretensionării după blocarea la efortul total de control dat în proiect.

La ancorajele INCERC-100 se poate efectua în mod excepţional reluarea pretensionării după blocarea la efortul total de control dat în proiect, fără deblocarea conurilor, trăgînd inelul ancorajului şi blocîndu-l apoi prin introducerea de şaibe-furcă între ancoraj şi capătul elementului. În acest scop se va prevedea o rondea circulară de distanţare între ancoraj şi faţa elementului asigurînd astfel locaşul necesar pentru fixarea gulerului de prindere a inelului (fig. 102). La calculul zonei de ancorare, se consideră în acest caz drept suprafaţă de încărcare, suprafaţa rondelei interpuse.

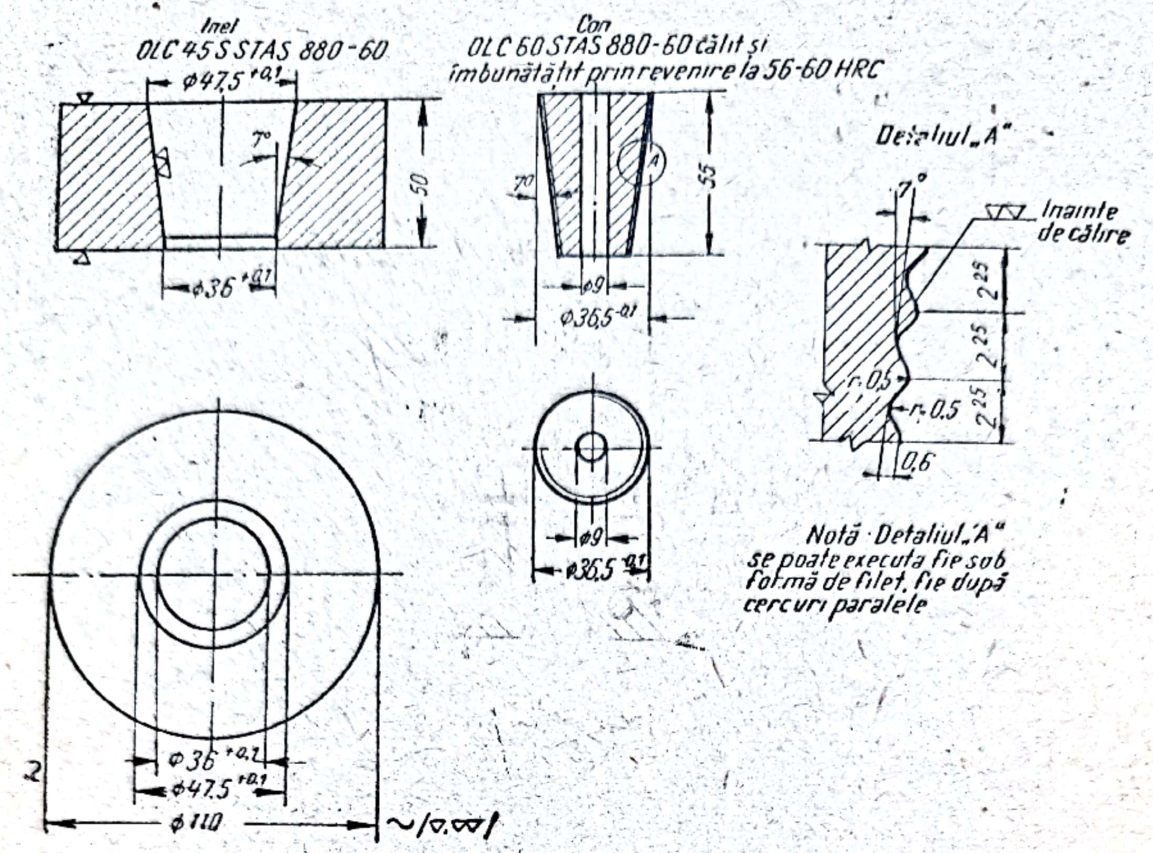


Fig. 91. Ancoraj metalic tip inel-con pentru fascicule 12 Ø 7 mm.

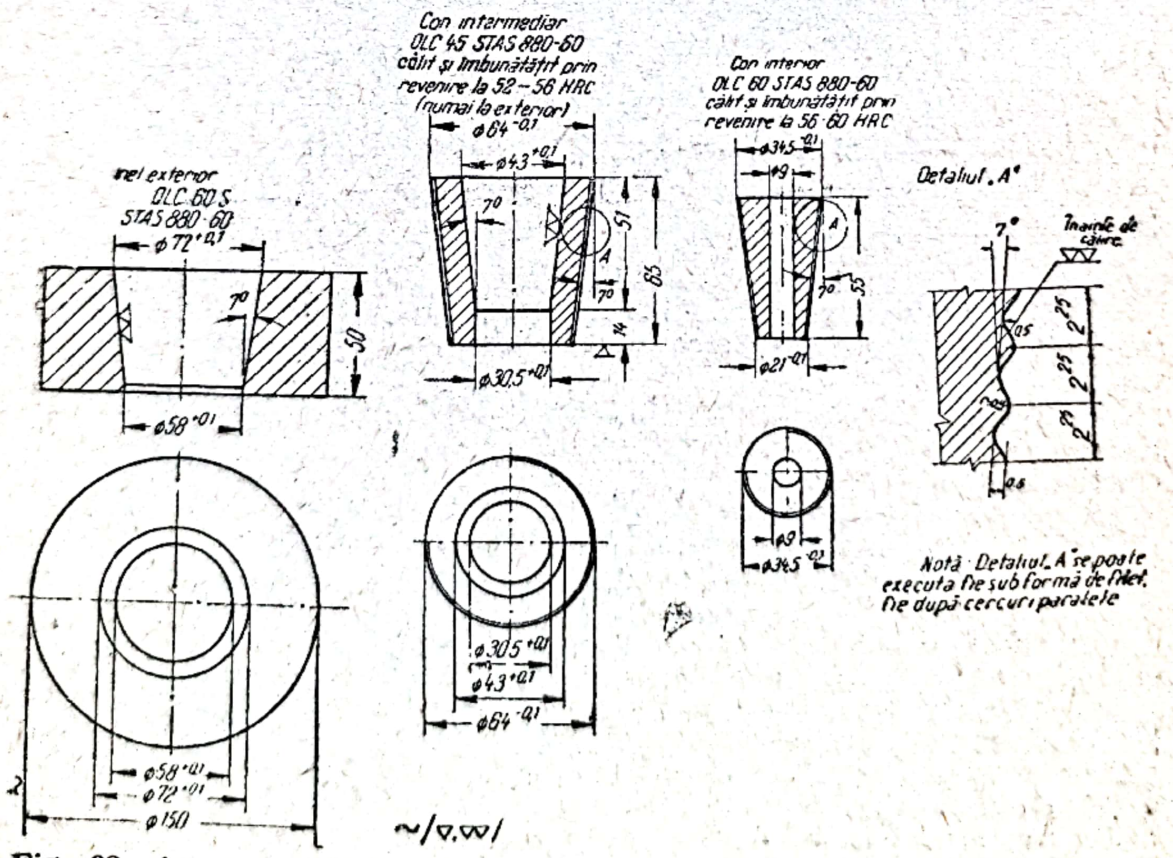


Fig. 92. Ancoraj metalic tip inel-con dublu INCERC-100 pentru fascicule 36 ⌀ 5 mm.

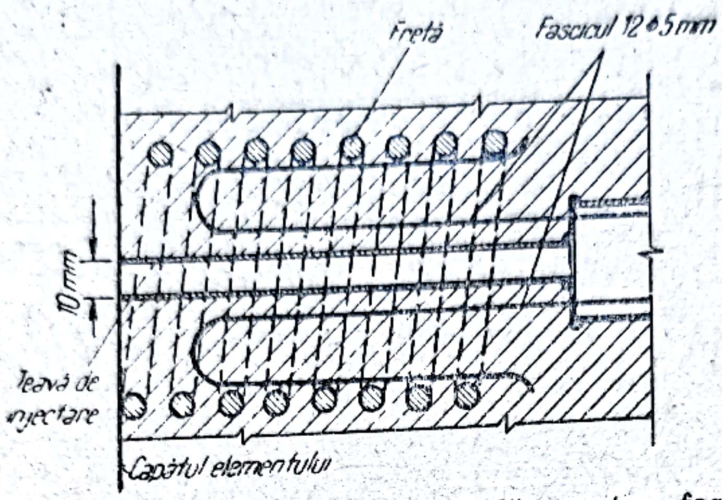


Fig. 93. Ancoraj înecat, cu buclă, pentru fascicul 12 Ø 5 mm.

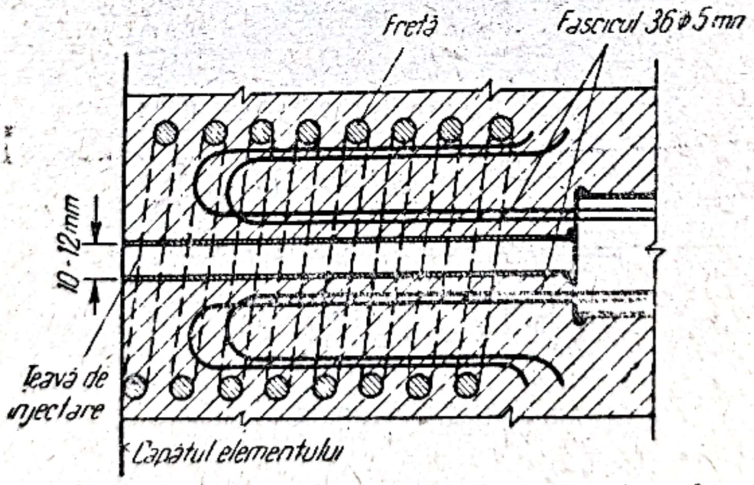


Fig. 94. Ancoraj înecat, cu buclă, pentru fascicul 36 Ø 5 mm.

Scanned with OKEN Scanner

La blocurile de ancorare mobile, reluarea pretensionării este posibilă oricînd pînă la realizarea aderenței cu betonul.

VIII.3.5. Prevederea unor plăci metalice de repartiție între ancoraje și fața betonului elementelor este obligatorie în următoarele cazuri :

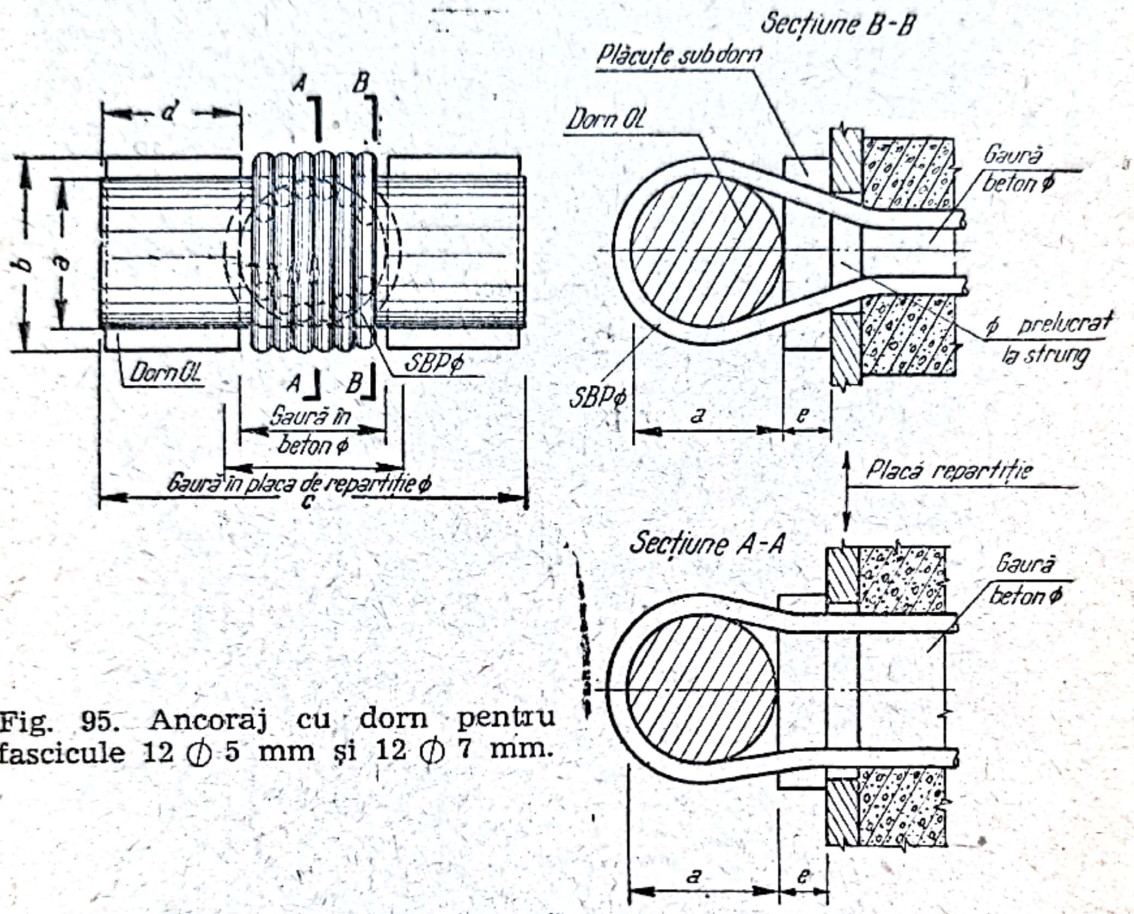


Fig. 95. Ancoraj cu dorn pentru fascicule 12 ⌀ 5 mm și 12 ⌀ 7 mm.

Fascicul	Dorn			∅ gaură mm		Plăcuțe sub dorn mm		
	a mm	*c* mm	oțel	beton	placă	*d*	*b*	*e*
12 ⌀ 5	35	80	OL 38	40	48	20	40	10
12 ⌀ 7	50	130	OL 50	50	60	45	65	15

— la ancoraje metalice tip inel-con dacă nu se satisface relația (6.75) privind verificarea la compresiune locală a betonului de sub ancoraje ;

— la ancoraje cu dorn, în toate cazurile ;

— la ancoraje tip INCERC-100, în toate cazurile.

Dimensiunile plăcilor metalice de repartiție vor fi cel puțin egale cu cele prevăzute în tabela 51.

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 51

Dimensiunile minime ale plăcilor metalice de repartiție sub ancoraje metalice

Tipul ancorajului metalic	Tipul plăcii de repartiție	
	Izolată mm	Comună la mai multe ancoraje-grosime mm
Inel-con 12 Ø 5 mm	100×100×12	10
Inel-con 12 Ø 7 mm	140×140×15	12
INCERC-100	180×180×15	12

În cazul ancorajelor alăturate se recomandă prevederea unor plăci de repartiție comune la toate ancorajele.

Plăcile de repartiție vor respecta condițiile de la punctul 7.2.9.6.

VIII.3.6. Distanțele minime dintre axele ancorajelor și distanțele minime de la axele ancorajelor pînă la marginile secțiunii se iau conform tabelei 52.

Tabela 52

Distanțele minime dintre axele ancorajelor și de la axele ancorajelor pînă la marginile secțiunii

Tipul fasciculului	Tipul ancorajului	Distanța minimă între axele ancorajelor cm	Distanța minimă de la axele ancorajelor pînă la marginea secțiunii cm
12 Ø 5 mm	Inel-con de beton armat	12	8
	Inel-con metalic	10 (9)*)	7 (6)*)
12 Ø 7 mm	Inel-con de beton armat	14	9
	Inel-con metalic	14 (12)*)	9 (7,5)*)
36 Ø 5 mm	INCERC-100	18	12

*) Valorile în paranteze se referă la cazul plăcilor de repartiție comune la toate ancorajele.

În cazul ancorajelor fixe cu dorn se iau aceleași distanțe ca pentru ancorajele corespunzătoare de la capătul tras.

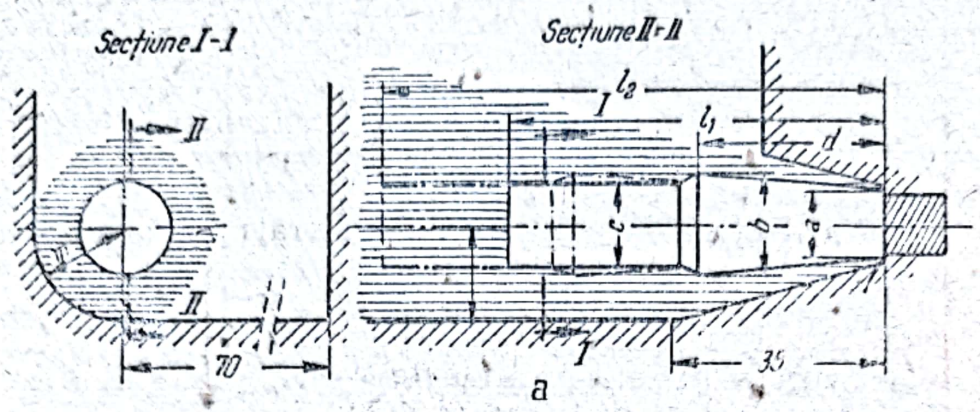
În cazul ancorajelor înecate se vor respecta condițiile relative la distanțele minime dintre armături și acoperirile minime, de la elementele de beton armat.

VIII.3.7. Armarea zonei de ancorare se realizează în conformitate cu prevederile capitolului 6.10 și punctului 7.2.9.

VIII.3.8. Gabaritul necesar pentru introducerea preselor este dat în figura 103.

Scanned with OKEN Scanner

VIII.3.9. În cazul ancorajelor tip inel-con și INCERC-100 se va prevedea ca, după efectuarea precomprimării, să se taie sîrmele fasciculului la circa 8—10 cm de la fața ancorajului și să se îndoaie la 90°.



fascicul	a cm	b cm	c cm	d cm	l_1 cm	l_2 cm	m cm
12 ∅ 5	11	15,5	13,5	30	60	80	15
12 ∅ 7	13	21,5	18	40	90	112	16

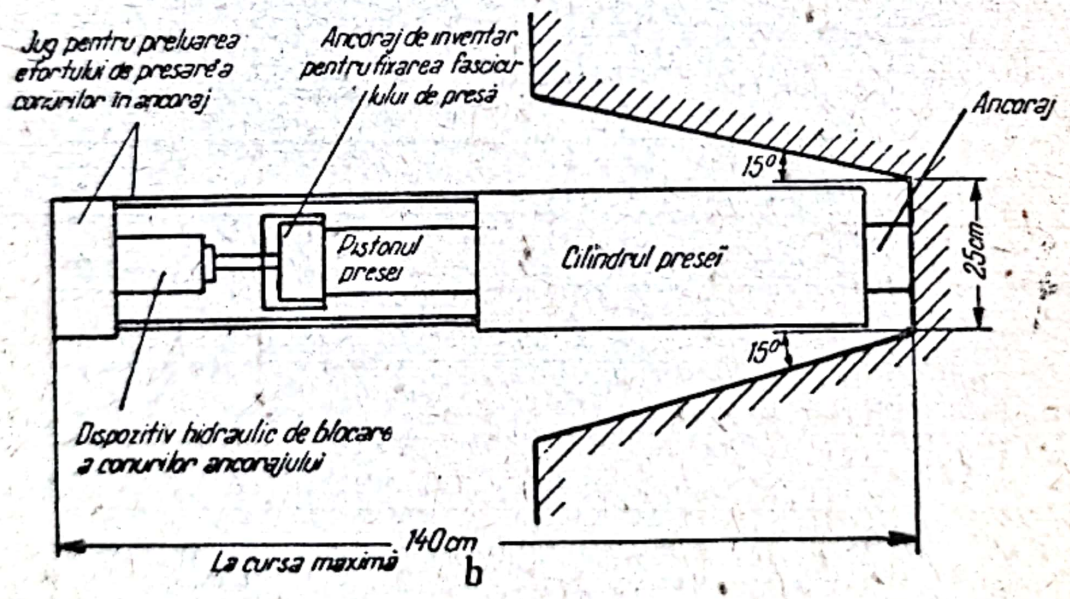


Fig. 103. Gabarite pentru presele utilizate la tensionarea fasciculelor 12 ∅ 5, 12 ∅ 7 și 36 ∅ 5.

a — fascicule 12 ∅ 5 și 12 ∅ 7 ; *b* — fascicule 36 ∅ 5.

Observație : locașul va fi deschis cel puțin pe o latură a elementului.

Sîrmele — iar în cazul ancorajelor aplicate la suprafața betonului și ancorajele — se acoperă cu beton sau mortar pentru protecție contra coroziunii și în vederea amenajării golului pentru montarea ștuțului furtunului de injectare (v. fig. 97, 98 și 99).

Scanned with OKEN Scanner

VIII.4. Injectarea

VIII.4.1. În cazul fasciculelor 12 Ø 5 mm și 12 Ø 7 mm injectarea se face de la unul din capete prin golul amenajat în axul conului, fără a se prevedea orificii intermediare pentru introducerea mortarului pe traseu.

Dacă la unul din capete este prevăzut un ancoraj înecat, se va asigura posibilitatea de aerisire și golire la capătul respectiv printr-un orificiu amplasat în mod corespunzător (v. fig. 93).

Aceeași măsură se va lua la toate ancorajele fixe care nu sînt accesibile în timpul operației de injectare.

VIII. 4.2. La fasciculele 36 Ø 5 mm se permite injectarea pe la capăt numai la lungimi sub 12 m.

În cazul canalelor cu lungimi peste 12 m, se va prevedea injectarea din punctul cel mai de jos al canalului.

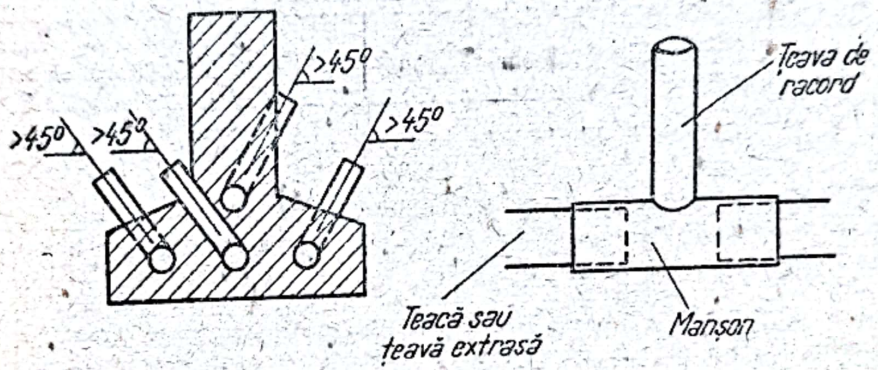


Fig. 104. Dispoziția teurilor de injectare la fascicule 36 Ø 5.

Pentru introducerea mortarului și controlul avansării acestuia în timpul injectării se vor prevedea în lungul canalului la distanțe de circa 12 m, teuri îmbinate etanș cu tecile de tablă sau cu țevile care se extrag. Teurile se vor scoate afară din cofraj la un unghi mai mare ca 45° față de orizontală (fig. 104); între teurile de injectare a două canale se va lăsa o distanță de cel puțin 30 cm în lungul grinzii. Amplasarea teurilor de injectare se va da prin proiect.

Manșonul teurilor va avea diametrul interior cu cel puțin 1 mm mai mare decît diametrul exterior al tecilor sau țevilor pe care le îmbracă. Diametrul interior al țevii de racord a teului va corespunde dimensiunilor ștuțului de prindere al furtunului de la pompa de injectare.

Se va prevedea și posibilitatea introducerii mortarului pe la capetele fasciculului, prin orificiile dispuse în axul ancorajelor.

În cazul ancorajelor fixe înecate sau inaccesibile, se va prevedea la capătul respectiv un orificiu special pentru eliminarea aerului și apei de spălare, amplasat în mod corespunzător (v. fig. 94).

VIII.4.3. La fasciculele de secțiune dreptunghiulară se va prevedea injectarea către ambele capete ale canalului, prin puncte situate în lungul canalului. Detaliile orificiilor de injectare, control, eliminare a aerului și golire de apă se vor rezolva în funcție de forma și modul de realizare a canalului și se vor da prin proiect.

Scanned with OKEN Scanner

BIBLIOGRAFIE

[1] Baldin V. A., Goldenblat I. I., Kocenov V. M., Pildiș M. I., Tal K. E.: „Calculul elementelor de construcții pe baza stărilor limită", Editura M.C.I.M.C., București, 1953.

[2] Lucrările consfătuirii C.I.B., privitor la metoda de calcul la stări limită, organizată de Academia de Construcții și Arhitectură-Moscova, 1958.

(a) Н. С. Стрелецкий — Состояние методики расчёта сооружений по предельным состояниям в СССР и основные направления её развития, Москва 1958.

(b) А. Р. Ржаницын — Теоретические обоснования и перспективы развития методологии расчёта строительных конструкции, Москва 1958.

(c) М. П. Барштейн — Применение стохастических вероятностных методов к расчёту сооружений на деиствие ветра и на другие случайные воздействия, Москва, 1958.

(e) А. А. Гвоздев — Расчёт железобетонных обычных и предварительно напряжённых конструкций по предельным состояниям, Москва, 1958.

(f) К. Е. Таль — О факторах запаса в железобетонных конструкциях, Москва, 1958.

(g) Б. Ф. Васильев — Из опыты применения метода расчёта железобетонных конструкции по предельным состояниям, Москва, 1958

[3] Lucrările simpozionului „Introducerea metodelor de calcul la stări limită", organizat de Institutul de Construcții, în colaborare cu A.S.I.T. — noiembrie 1959 — publicate în „Revista construcțiilor și materialelor de construcții" nr. 9/1960:

(a) V. Nicolau: — Pentru introducerea metodelor de calcul la stări limită.

(b) M. Hangan: — Stările limită în calculul și alcătuirea structurilor statice.

Scanned with OKEN Scanner

(c) D. Dumitrescu, C. Ionescu, St. Enescu și N. Tannenbaum: — Calculul cu metoda stărilor limită al elementelor de beton armat și beton precomprimat.

[4] Lucrările simpozionului „Introducerea metodelor de calcul la stări limită, în construcții civile și industriale", organizat de Institutul de Construcții din București — noiembrie 1961 — și publicate în „Buletinul Științific" nr. 8, 1961 :

(a) V. Nicolau, M. Weissenberg și P. Ionescu: — Calculul deschiderii fisurilor și al săgeților, în proiectul de normativ pentru calculul elementelor de beton armat, prin metoda stărilor limită.

(b) M. Hangan și S. Horea: — Siguranța construcțiilor în calculul făcut prin metoda stărilor limită.

(c) D. Dumitrescu, M. Tannenbaum și L. Löbel: — Calculul elementelor de beton precomprimat la stări limită.

(d) I. Nicula: — Unele aspecte legate de folosirea armăturilor sudate în construcțiile de beton armat.

(e) C. Damian: — Unele probleme privind armăturile pentru betonul precomprimat.

(5) К. В. Сахновский — Железобетонныи конструкции — Москва, 1960.

[6] V. Nicolau: — Betonul armat, Editura tehnică, București, 1962.

Scanned with OKEN Scanner

TABLA DE MATERII

I

Bazele metodei de calcul

Pag.

1. **Indicaţii generale** 27
2. **Reguli de bază pentru calcul** 32

II

Încărcări în construcţii civile şi industriale

1. **Generalităţi, clasificarea şi grupările de încărcări** 37

1.1. Generalităţi 37
1.2. Clasificarea încărcărilor 38
1.3. Grupările de încărcări 40

2. **Încărcări permanente** 41

2.1. Încărcările normate 41
2.2. Coeficienţii de supraîncărcare 41
2.3. Acţiunea precomprimării 42

3. **Încărcări temporare pe planşee** 43

3.1. Generalităţi 43
3.2. Încărcări date de utilaje 43
3.3. Încărcări temporare uniform distribuite 44
3.4. Încărcări temporare concentrate de scurtă durată . . 48
3.5. Încărcările date de greutatea pereţilor despărţitori . . 48
3.6. Reducerea încărcărilor temporare uniform distribuite pe planşee şi acoperişuri 49
3.7. Considerarea încărcărilor locale 50
3.8. Considerarea încărcărilor dinamice 51

Scanned with OKEN Scanner

Pag.

4. **Încărcări date de poduri rulante** 51
4.1. Încărcări verticale 52
4.2. Încărcări orizontale 53
4.3. Prescripţii speciale pentru calculul static al elementelor construcţiei sub acţiunea podurilor rulante . . 54

5. **Încărcări climatice** 54
5.1. Încărcarea datorită zăpezii 55
5.2. Încărcarea datorită vîntului 58
5.3. Efectul variaţiilor de temperatură exterioară . . . 80
Anexa I. Greutăţi tehnice pentru diverse materiale de construcţie şi alte produse 81
Anexa II. Valorile pentru unele încărcări permanente în construcţii 87

III

Calculul şi alcătuirea constructivă a elementelor de construcţii civile şi industriale din beton, beton armat şi beton precomprimat

Notaţii principale 93

1. **Generalităţi** 101
1.1. Domeniul de aplicare al normativului 101

2. **Principii fundamentale de calcul** 102
2.1. Metoda de calcul 102
2.2. Stări limită de calcul 102
2.3. Determinarea solicitărilor 102
2.4. Verificarea elementelor 103
2.5. Condiţii speciale de calcul 104

3. **Materiale** 105
3.1. Betonul 105
3.2. Armătura 111
3.3. Caracteristici de calcul pentru starea limită de oboseală 115
3.4. Contracţia şi curgerea lentă a betonului 119

4. **Calculul elementelor de construcţii din beton simplu** . . . 121
4.1. Prescripţii generale 121
4.2. Compresiune centrică 121
4.3. Încovoiere 122
4.4. Compresiune excentrică 123
4.5. Calculul la compresiune locală 125

Scanned with OKEN Scanner

Pag.

5. **Calculul elementelor de construcţii din beton armat** . . . 127

5.1. Calculul elementelor de beton armat la starea limită de rezistenţă şi de stabilitate (flambaj) 127

5.1.1. Prescripţii generale 127

5.1.2. Compresiune centrică 128

5.1.3. Întindere centrică 131

5.1.4. Încovoiere. Calculul în secţiuni normale pe axa elementului 131

5.1.5. Încovoiere. Calculul în secţiuni înclinate pe axa elementului 139

5.1.6. Încovoiere. Prescripţii speciale pentru armarea colţurilor de cadre, pentru preluarea încărcărilor concentrate, pentru console 145

5.1.7. Compresiune excentrică 150

5.1.8. Întindere excentrică 157

5.1.9. Torsiune şi torsiune cu încovoiere . . . 159

5.1.10. Străpungere 161

5.2. Calculul eforturilor unitare în beton şi în armătură în secţiuni fisurate 162

5.3. Calculul elementelor de beton armat la starea limită de oboseală 165

5.4. Calculul elementelor de beton armat la starea limită de deschidere a fisurilor 166

5.5. Calculul rigidităţii elementelor de beton armat . . 169

5.6. Calculul elementelor de beton armat la starea limită de deformaţie 171

6. **Calculul elementelor de construcţii din beton precomprimat** . 173

6.1. Definiţiile principalelor noţiuni utilizate în calculul elementelor de beton precomprimat 173

6.2. Calculul eforturilor unitare din beton şi din armătură în secţiuni nefisurate normale pe axa elementului . 176

6.3. Pierderi de tensiune în armătura pretensionată . . 181

6.3.1. Generalităţi 181

6.3.2. Efectul tratamentului termic al betonului . . 182

6.3.3. Frecările armăturii postîntinse pe traseu . . 183

6.3.4. Efectul întinderii succesive a armăturilor postîntinse 185

6.3.5. Strivirea betonului sub armături înfăşurate . 186

6.3.6. Lunecări şi deformaţii locale în ancoraje la blocare 186

6.3.7. Relaxarea armăturii 187

6.3.8. Contracţia şi curgerea lentă a betonului . . 188

6.4. Calculul elementelor de beton precomprimat la starea limită de rezistenţă şi stabilitate (flambaj) . . . 190

6.4.1. Prescripţii generale 190

Scanned with OKEN Scanner

Pag.

6.4.2. Calculul elementelor de beton precomprimat la starea limită de rezistență la transfer . . 197
6.4.3. Calculul elementelor de beton precomprimat la starea limită de rezistență la transport sau la montaj 199
— Calculul elementelor de beton precomprimat la starea limită de rezistență și de stabilitate (flambaj) în exploatare 199
6.4.4. Compresiune centrică 199
6.4.5. Întindere centrică 199
6.4.6. Încovoiere. Calculul în secțiuni normale pe axa elementului 200
6.4.7. Încovoiere. Calculul în secțiuni înclinate pe axa elementului 201
6.4.8. Compresiune excentrică 203
6.4.9. Întindere excentrică 206
6.5. Calculul elementelor de beton precomprimat la starea limită de oboseală 209
6.6. Calculul elementelor de beton precomprimat la starea limită de apariție a fisurilor 209
6.6.1. Principii generale 209
6.6.2. Calculul elementelor de beton precomprimat la starea limită de apariție a fisurilor în secțiuni normale, la transfer 211
6.6.3. Calculul elementelor de beton precomprimat la starea limită de apariție a fisurilor în secțiuni normale, la transport sau montaj . . . 212
6.6.4. Calculul elementelor de beton precomprimat la starea limită de apariție a fisurilor în secțiuni normale, în exploatare 212
6.6.5. Calculul elementelor de beton precomprimat la starea limită de apariție a fisurilor în secțiuni înclinate față de axa elementelor . . . 216
6.7. Calculul elementelor de beton precomprimat la starea limită de deschidere a fisurilor 220
6.8. Calculul rigidității elementelor de beton precomprimat 220
6.9. Calculul elementelor de beton precomprimat la starea limită de deformație 221
6.10. Calculul zonelor de ancorare 222

7. Prescripții constructive 227

7.1. Prescripții pentru elemente de beton și beton armat 227
7.1.1. Armături constructive în elementele de beton . 227
7.1.2. Dimensiuni minime ale secțiunii elementelor 228
7.1.3. Procente minime de armare 228
7.1.4. Diametre minime ale armăturilor . . . 229
7.1 5. Stratul de acoperire din beton 229
7.1.6. Distanța dintre barele longitudinale de rezistență 231
7.1.7. Ancorarea armăturilor 232

Scanned with OKEN Scanner

Pag.

7.1.8. Bare înclinate 234
7.1.9. Înnădirea fără sudură a armăturilor . . . 236
7.1.10. Sudarea armăturilor 237
7.1.11. Alte prescripții privitoare la armarea longitudinală a elementelor 238
7.1.12. Alte prescripții privitoare la armarea transversală a elementelor 239
7.1.13. Armarea colțurilor 242
7.1.14 Piese metalice pentru îmbinări 243
7.1.15. Date care trebuie specificate pe planșele din proiectele de execuție 243
7.2. Prescripții pentru elemente de beton precomprimat . 244
7.2.1. Prescripții generale 244
7.2.2. Secțiunea de beton a elementului . . . 246
7.2.3. Armătura pretensionată 247
7.2.4. Armătura nepretensionată 250
7.2.5. Stratul de acoperire cu beton 251
7.2.6. Distanța dintre armături 252
7.2.7. Protecția armăturilor postîntinse, contra coroziunii 254
7.2.8. Dispozitive de întindere și ancoraje . . . 255
7.2.9. Zone de ancorare 256
7.2.10. Procedee de precomprimare cu armături postîntinse 258
7.2.11. Condiții care trebuie specificate în planșele din proiectele de execuție ale construcției, în memoriul tehnic și în caietele de sarcini . . 258

Anexa I. Lungimi de flambaj pentru elemente de beton și beton armat 261

Anexa II. Calculul la starea limită de rezistență a elementelor de beton armat solicitate la încovoiere 266

Anexa III. Calculul pierderilor de tensiune datorite frecărilor pe traseu, lunecărilor și deformațiilor locale în ancoraje la blocare; stabilirea efortului unitar de control la armături postîntinse 268

Anexa IV. Calculul la starea limită de rezistență a elementelor de beton precomprimat solicitate la încovoiere, compresiune excentrică cu excentricitate mare și întindere excentrică cu excentricitate mare, în conformitate cu prevederile punctului 6.4.1.17, b. 271

Anexa V. Calculul la starea limită de rezistență a elementelor de beton precomprimat solicitate la încovoiere, compresiune excentrică cu excentricitate mare și întindere excentrică cu excentricitate mare, la care sînt satisfăcute condițiile de la punctul 6.4.1.17, c. 275

Anexa VI, Determinarea modulului de rezistență la fisurare, W_f 283

Anexa VII. Tipuri de înnădire prin sudare 286

Anexa VIII. Procedee de precomprimare cu armături postîntinse 288

Bibliografie 304

Scanned with OKEN Scanner

01004897

Redactor responsabil : ing. Anghel Gheorghe
Tehnoredactor : Popescu Maria

Dat la cules : 23.07.1962. Bun de tipar : 18.01.1963. Apărut : 1963. Tiraj : 5500 + 120. Broşate. Hîrtie : semivelină de 63 g/m², 610×860/16. Coli editoriale : 15,96. Coli de tipar : 19,50. Planşe : tipar 4. A : 0189/1962. C. Z. pentru bibliotecile mari : 624.04. C. Z. pentru bibliotecile mici : 624.

Tiparul executat sub c. 3096, la Întrepr. Poligrafică nr. 3, str. Pitagora nr. 16–18, Bucureşti — R. P. R.

Scanned with OKEN Scanner

ERATĂ

Pag.	*Rîndul:*	*În loc de:*	*Se va citi:*	*Din vina:*
113	16 de jos	3.2.1.2	3.2.1.1	Autorilor
147	3 de sus	7.1.14.1	7.1.13.1	Autorilor
203	7 de jos	5.11	5.1.7.9	Autorilor
220	21 de sus	1.4.2	5.4.2	Autorilor

C. 3096

Scanned with OKEN Scanner

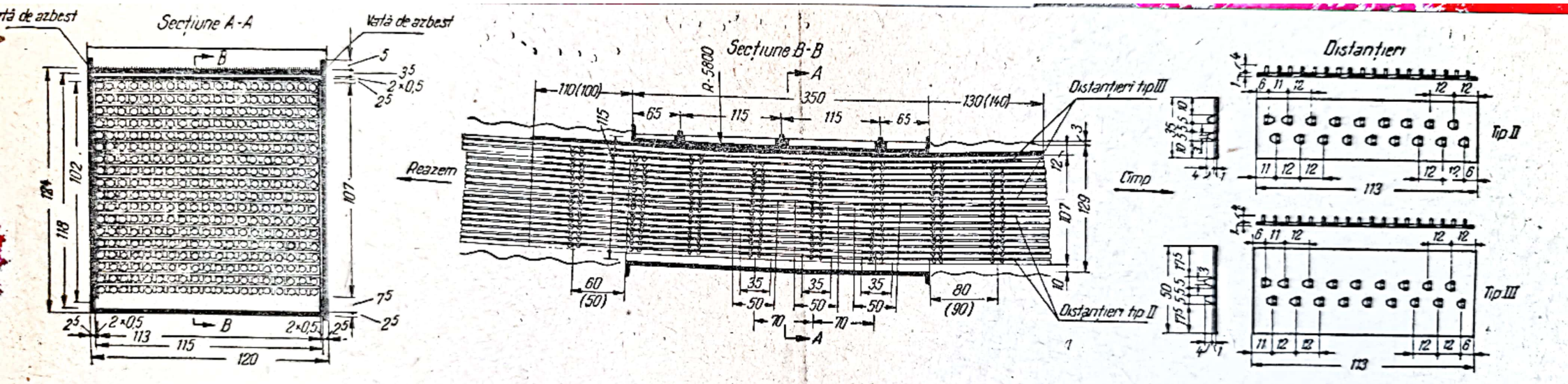


Fig. 88. Exemplu de dispozitiv de lunecare la punctele de schimbare a pantei pentru un fascicul cu secțiune dreptunghiulară (342 ⌀ 5 mm).

Scanned with OKEN Scanner

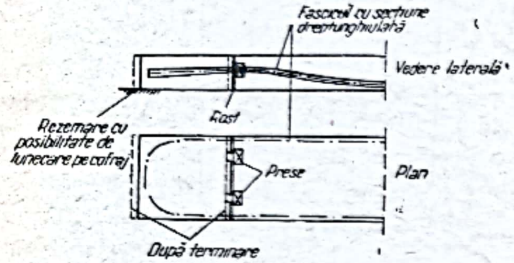


Fig. 96. Bloc de ancoraj mobil pentru fascicul de secțiune dreptunghiulară

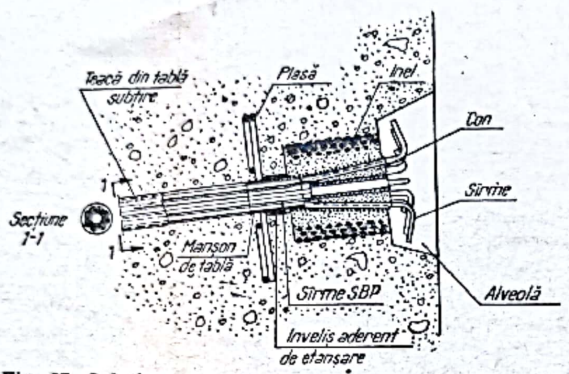


Fig. 97. Soluție recomandată pentru ancoraje de beton armat tip inel-con montate la capătul elementului

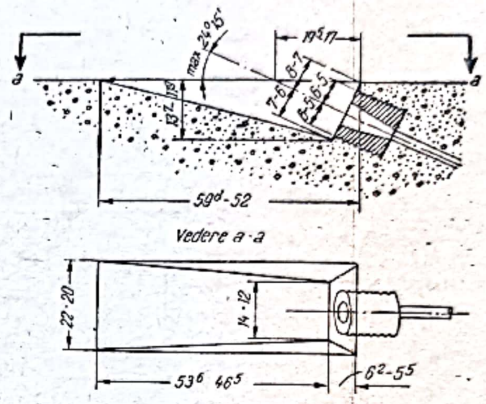


Fig. 98. Soluție recomandată pentru ancoraje de beton armat tip inel-con, montate la marginea superioară a elementului.
Cotele în cm.; prima cotă corespunde fasciculului 12 Ø 7, iar a doua cotă corespunde fascicule 36 Ø 5.

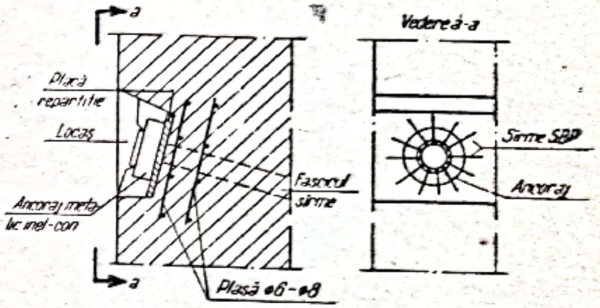


Fig. 99. Ancoraj metalic tip inel-con montat în locaș.

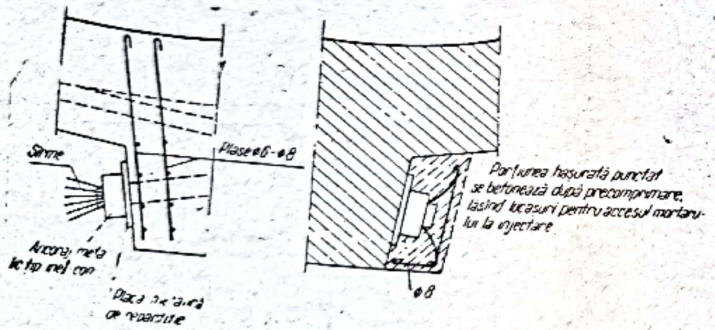


Fig. 100. Ancoraj metalic tip inel-con montat pe fața elementului și detaliu de protejare al ancorajului.

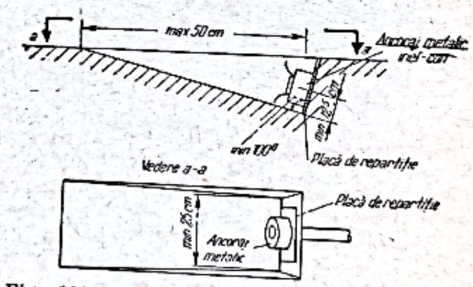


Fig. 101. Ancoraj metalic inel-con montat la marginea superioară a elementului (gabarite).
— Pentru fascicule 12 Ø 5 și 12 Ø 7, dimensiunile sînt cele indicate în fig 98.
— Cotele indicate în figură se referă la fascicule 36 Ø 5.

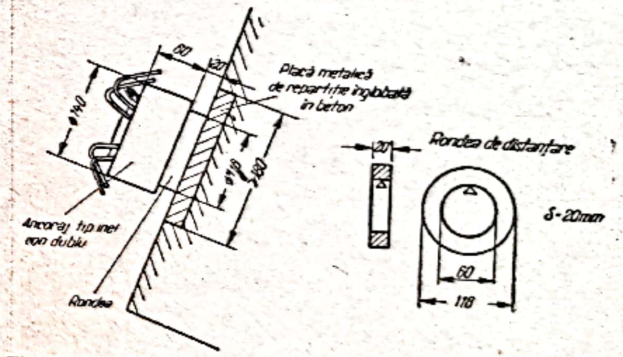


Fig. 102. Ancoraj INCERC-100 cu rondea de distanțare pentru reluarea tensionării.

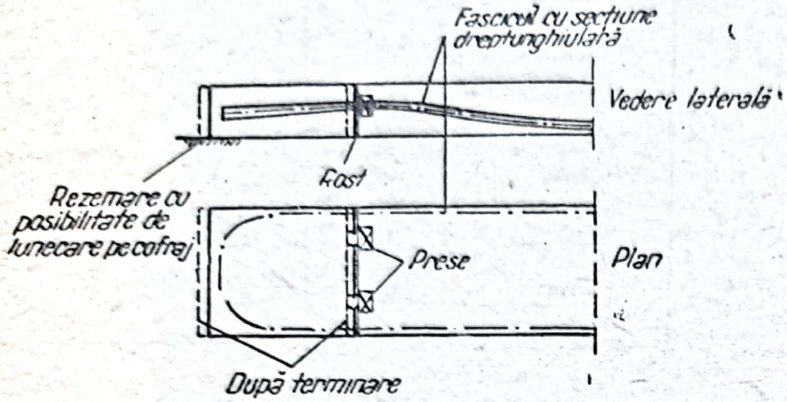


Fig. 96. Bloc de ancoraj mobil pentru fascicul de secțiune dreptunghiulară

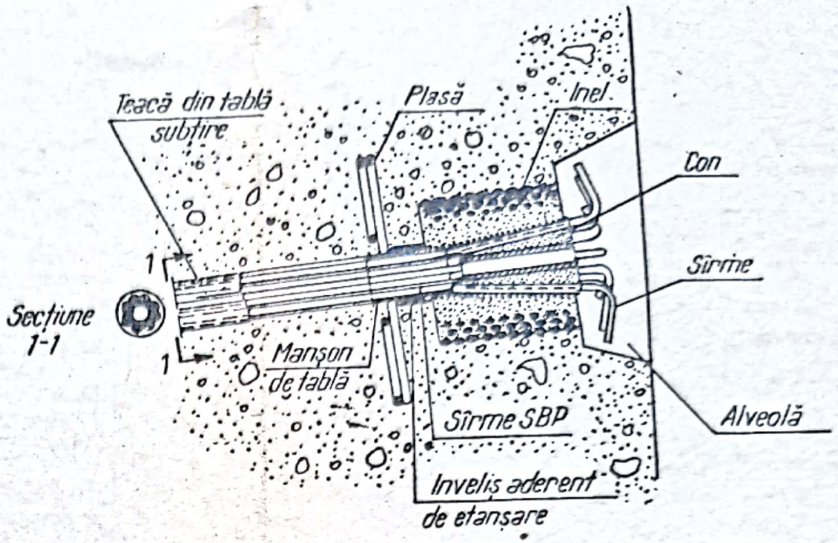


Fig. 97. Soluție recomandată pentru ancoraje de beton armat tip inel-con montate la capătul elementului

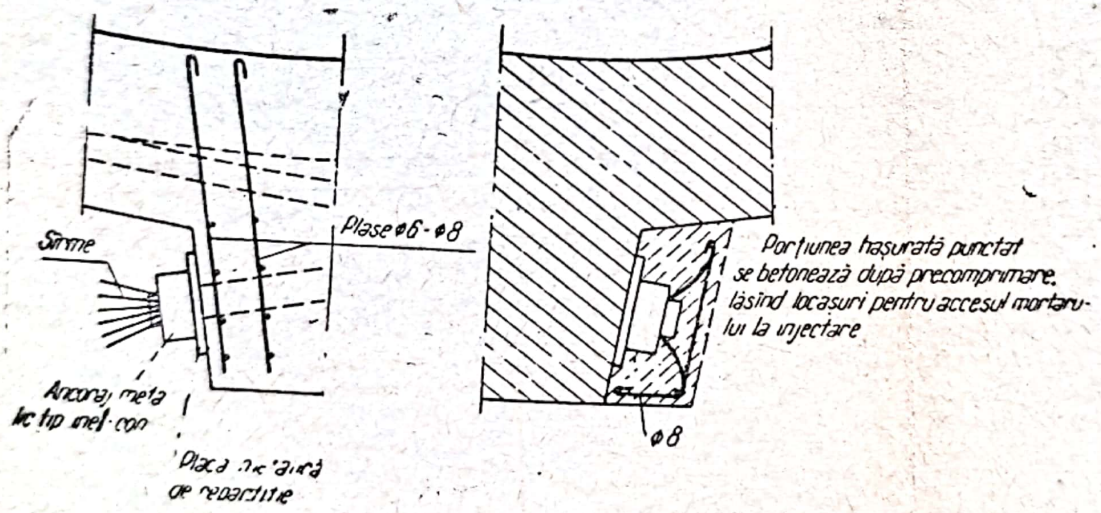


Fig. 100. Ancoraj metalic tip inel-con montat pe fața elementului și detaliu de protejare al ancorajului.

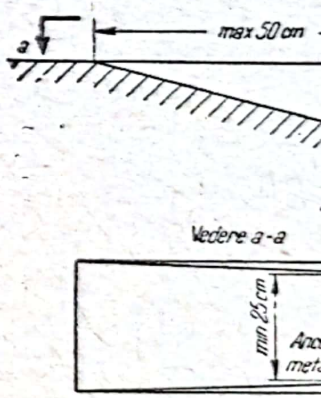
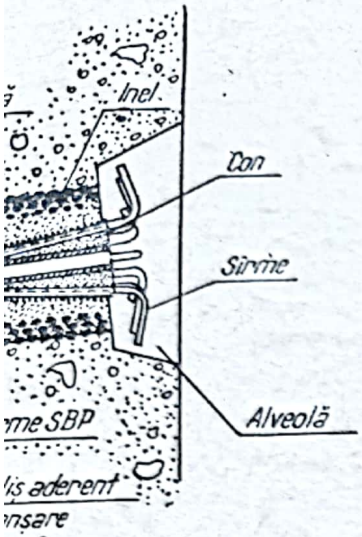


Fig. 101. Ancoraj m
la marginea super
(gaba
— Pentru fascicule 1
mensiunile sînt cel
— Cotele indicate în
fasciculel



ntru ancoraje de beton
a capătul elementului

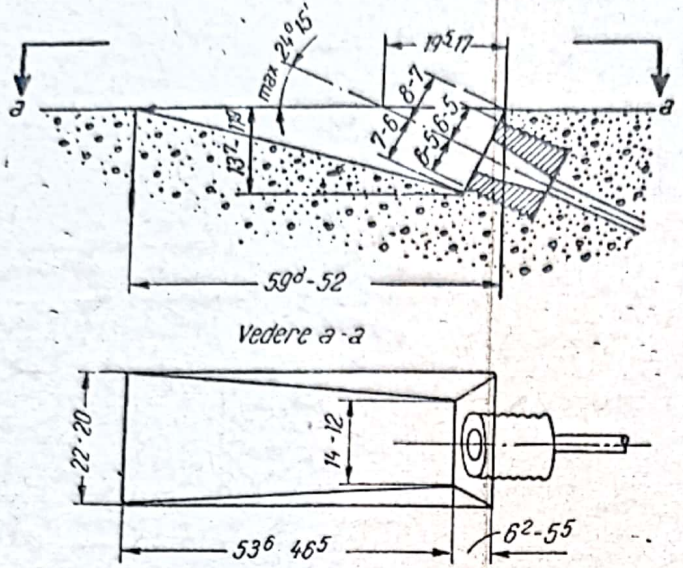


Fig. 98. Soluție recomandată pentru ancoraje de beton armat tip inel-con, montate la marginea superioară a elementului.
Cotele în cm.; prima cotă corespunde fasciculului 12 Ø 7, iar a doua cotă corespunde fascicule 36 ⌀ 5.

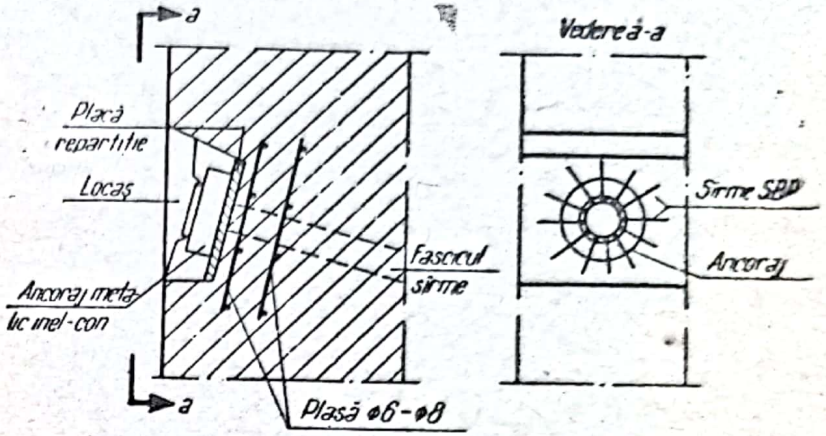


Fig. 99. Ancoraj metalic tip inel-con montat în locaș.

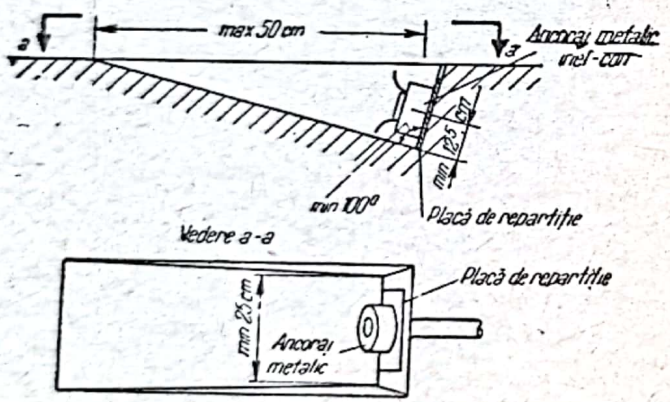


Fig. 101. Ancoraj metalic inel-con montat la marginea superioară a elementului (gabarite).
— Pentru fascicule 12 Ø 5 și 12 Ø 7, dimensiunile sînt cele indicate în fig 98.
— Cotele indicate în figură se referă la fascicule 36 Ø 5.

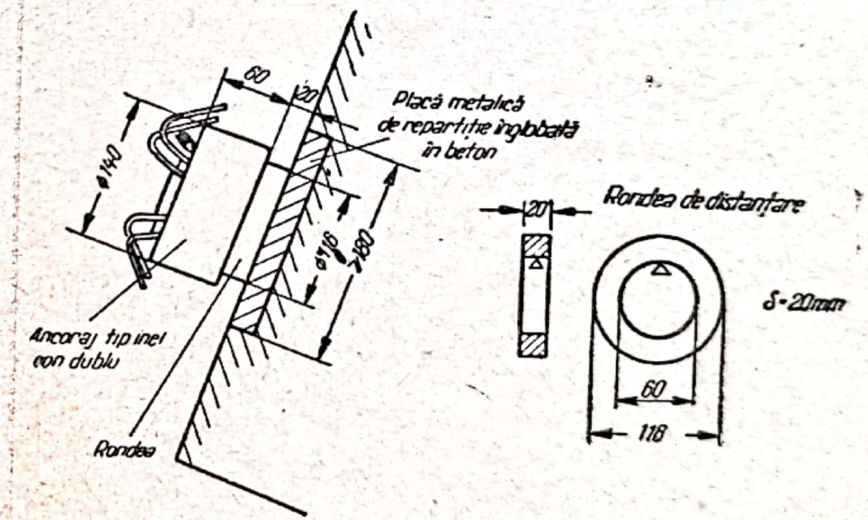


Fig. 102. Ancoraj INCERC-100 cu rondea de distanțare pentru reluarea tensionării.

Scanned with OKEN Scanner

Scanned with OKEN Scanner

Scanned with OKEN Scanner